COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Questions relatives à des séries de triangles semblables assujettis à trois conditions communes;* par M. CHASLES.

« On aurait pu penser que les théorèmes de Newton et de Maclaurin sur des séries de polygones où entrent des conditions de grandeur d'angles donneraient lieu à des questions concernant les triangles semblables, puisqu'il n'entre dans l'expression de la similitude des triangles que la seule condition de grandeur d'angles, sans intervention du rapport de longueur des côtés. Ce sujet, où les conditions générales de position des triangles se prêtent à beaucoup de cas particuliers, pouvait conduire à de nombreuses questions qui ne sont pas sans intérêt. Cependant je ne sais si l'on en a résolu quelques-unes.

» On peut s'imposer quatre conditions dans la construction d'un triangle semblable à un triangle donné : trois conditions donnent lieu à une série, ou, suivant une expression employée d'après M. Plücker, à un *complexe* de triangles semblables. Les conditions qui se présentent tout d'abord sont, comme dans les théorèmes de Newton et de Maclaurin, que les sommets

des triangles se trouvent sur des courbes, et que leurs côtés soient tangents à des courbes. Les relations de position de ces courbes ou la substitution d'une seule à deux, ou aux trois, multiplieront beaucoup les recherches auxquelles peut donner lieu ce sujet.

» Si l'on n'a point abordé ces questions si variées, c'est probablement parce que les conditions de grandeur d'angles s'introduisent difficilement dans les formules de la Géométrie analytique. Mais, au contraire, le principe de correspondance se prête à ces conditions, comme on l'a vu particulièrement dans la démonstration et la généralisation des théorèmes de Maclaurin (*Comptes rendus*, séance du 6 avril 1874). Aussi je vais en faire le sujet de la présente Communication.

» A l'inverse de la méthode analytique, dans les questions auxquelles se prête le principe de correspondance, c'est sous l'énoncé le plus général des conditions proposées, et non dans leurs cas particuliers, que l'application en est le plus facile. Par cette raison, je commencerai par les énoncés les plus généraux, dans lesquels les trois conditions auxquelles doit satisfaire une série de triangles semblables se rapporteront à trois courbes quelconques n'ayant aucune relation entre elles; puis je passerai aux cas où deux conditions, ou les trois, se rapporteront à une même courbe.

» J'énoncerai d'abord, sous forme de lemmes, quelques propositions fort simples, relatives au déplacement d'un angle de grandeur donnée.

§ I. — Lemmes.

» I. *Le sommet d'un angle de grandeur donnée, dont les côtés sont tangents à deux courbes de classes* n, n′ *décrit une courbe de l'ordre* 2 nn′, *qui a deux points multiples d'ordre* nn′ *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} x, & nn' & u \\ u, & n'n & x \end{matrix}\right| \quad 2nn'.$$

» II. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m *et qu'un de ses côtés est tangent à une courbe* $U^{n'}$, *l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2 mn′, *qui a une tangente multiple d'ordre* mn′ *à l'infini, et* n′ *tangentes multiples d'ordre* m *passant par chacun des deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & mn' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'm & \text{IX} \end{matrix}\right| \quad 2mn'.$$

» III. *Le sommet d'un angle de grandeur donnée, dont les côtés glissent sur une courbe de la classe* n, *décrit une courbe de l'ordre* 2 n (n — 1), *qui a deux*

points multiples d'ordre n (n — 1) *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} x, & nn & u \\ u, & nn & x \end{array}\right| \; 2n^2.$$

Il y a $2n$ solutions étrangères dues aux $2n$ points x qui se trouvent sur les tangentes de la courbe U^n, menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2n(n-1)$. Donc, etc.

Lorsque l'angle circonscrit est droit, l'ordre de la courbe décrite par son sommet se réduit à n (n — 1), parce qu'alors le rapport anharmonique que les deux côtés de l'angle font sur la droite de l'infini avec les deux points circulaires est égal à — 1; d'où il résulte qu'une même solution entre deux fois dans le nombre $2n(n-1)$.

» IV. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m, *et qu'un de ses côtés tourne autour d'un point fixe de la courbe, l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2 m — 1.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m & \text{IU} \\ \text{IU}, & (m-1) & \text{IX} \end{array}\right| \; 2m-1.$$

» V. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m^n, *et qu'un de ses côtés est tangent à la courbe en un autre point, l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2 (mn — m — n), *qui a une tangente multiple d'ordre* m (n — 2) *à l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m(n-2) & \text{IU} \\ \text{IU}, & n(m-2) & \text{IX} \end{array}\right| \; 2(mn-m-n).$$

§ II. — Questions dans lesquelles les trois conditions se rapportent a trois courbes différentes.

» I. *Lorsque des triangles semblables* a a' a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et leurs côtés* a a', a' a″ *tangents respectivement à deux courbes de classe* n', n″ :

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* 2 m n' (lemme II).

» 2° *Leur sommet* a' *décrit une courbe d'ordre* 2 n' n″ (lemme I).

» 3° *Leur sommet* a″ *décrit une courbe de l'ordre* 3 m n' n″.

$$3^{\circ} \quad \left.\begin{array}{lll} x, & n''n'm & u \\ u, & 2mn'n'' & x \end{array}\right| \; 3mn'n''.$$

» II. *Lorsque des triangles semblables* a a' a″ *ont leurs sommets* a, a' *sur deux courbes d'ordre* m, m_1, *et leur côté* a a' *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* 2 m n', *et leur*

côté a′a″ *une courbe de la classe* $2\mathrm{m}_1\mathrm{n}'$ (lemme II); *la première* a, *à l'infini, une tangente multiple d'ordre* mn′, *et la seconde une tangente multiple d'ordre* $\mathrm{m}_1\mathrm{n}'$.

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2\mathrm{mm}_1\mathrm{n}'$, *qui a à l'infini* m *points multiples d'ordre* $\mathrm{m}_1\mathrm{n}'$, *et* m_1 *points multiples d'ordre* mn′.

2°	$x,$	$2mn'm_1$	u	$4mm_1n'$.
	$u,$	$2m_1n'm$	x	

» Il y a $2mm_1n'$ solutions étrangères dues aux $2n'$ tangentes de $\mathrm{U}^{n'}$ qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1n'$.

» III. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a, a′ *sur deux courbes d'ordre* m, m_1, *et leur côté* a′a″ *tangent à une courbe* $\mathrm{U}^{n'}$:

» 1° *Leur côté* a′a *enveloppe une courbe de la classe* $2\mathrm{m}_1\mathrm{n}'$ (lemme II);

» 2° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $3\mathrm{mm}_1\mathrm{n}'$;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $4\mathrm{mm}_1\mathrm{n}'$.

2°	IX,	$m.2m_1n'$ (lemme II)	IU	$3mm_1n'$.
	IU,	$n'm_1m$	IX	
3°	$x,$	$n'm_1m$	u	$4mm_1n'$.
	$u,$	$3mm_1n'$	x	

» IV. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets sur trois courbes d'ordre* m, m_1, m_2 :

» *Leurs trois côtés enveloppent trois courbes d'ordre* $4\mathrm{mm}_1\mathrm{m}_2$.

» Pour le côté *a′a″* :

IX,	m $a,$	$m3m_1m_2,$	$3mm_1m_2$	IU	$4mm_1m_2$.
IU,	m_2 $a'',$	$m_2m_1m,$	mm_1m_2	IX	

» V. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs côtés* aa′, a′a″, a″a *tangents à trois courbes respectives, de classe* n′, n″, n‴ :

» *Leurs sommets* a, a′, a″ *sont sur trois courbes respectives d'ordre* 2n′n‴, 2n″n′, 2n‴n″ (lemme I).

§ III. — CAS OU DEUX CONDITIONS SE RAPPORTENT A UNE MÊME COURBE, ET LA TROISIÈME A UNE AUTRE COURBE.

» VI. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et leurs deux côtés* aa′, a′a″ *tangents à une courbe* $\mathrm{U}^{n'}$:

» 1° *Leur sommet* a′ *décrit une courbe de l'ordre* 2n′(n′ — 1) (lemme III).

» 2° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* 2mn′ (lemme II).

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* mn'^2.

3°	x,	$n'n'm$	u	$3mn'^2$.
	u,	$2mn'n'$	x (lemme II)	

» Il y a $2mn'^2$ solutions étrangères dues aux $2n'$ points x de L qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste mn'^2. Donc, etc.

» VII. *Lorsque des triangles semblables* a a′ a″ *ont leurs deux sommets* a, a′ *sur une courbe d'ordre* m, *et leur côté* a a′ *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Chacun de leurs côtés* a a″, a′ a″ *enveloppe une courbe de la classe* 2 m n′.

» 2° *Leur sommet* a″ *décrit une courbe de l'ordre* 2 m (m — 1) n′.

2°	x,	$2mn'(m-1)$	u	$4mn'(m-1)$.
	u,	$2mn'(m-1)$	x	

» Il y a $2m(m-1)n'$ solutions étrangères dues aux $2n'$ tangentes de $U^{n'}$, qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mn'(m-1)$. Donc, etc.

» VIII. *Lorsque des triangles semblables* a a′ a″ *ont leurs deux sommets* a, a′ *sur une courbe d'ordre* m, *et leur côté* a′ a″ *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur côté* a′ a *enveloppe une courbe de la classe* 2 m n′ (lemme II).

» 2° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* m n′ (3 m — 2).

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe d'ordre* m n′ (4 m — 3).

2°	IX,	$m(2m-1)n'$	IU (lemme IV)	$mn'(3m-2)$.
	IU,	$n'm(m-1)$	IX	
3°	x,	$n'm(m-1)$	u	$mn'(4m-3)$.
	u,	$mn'(3m-2)$	x	

» IX. *Des triangles semblables* a a′ a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m, *leur côté* a a′ *passe par un point* O *de cette courbe, et leur sommet* a″ *glisse sur une courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* (2 m — 1) (lemme IV);

» 2° *Leur côté* a″ a′ *enveloppe une courbe de la classe* m_1 (3 m — 2);

» 3° *Leur sommet* a′ *décrit une courbe de l'ordre* m_1 (2 m — 3).

2°	IX,	m_1a'',	$m_1(2m-1)$	IU	$m_1(3m-2)$.
	IU,	$(m-1)Oa$,	$(m-1)m_1$	IX	
3°	x,	$(m-1)a$,	$(m-1)m_1$	u	$m_1(4m-3)$.
	u,	$m_1(3m-2)$		x	

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues aux deux points x situés sur les droites menées du point O aux deux points circulaires de l'infini. Il reste $m_1(2m-3)$. Donc, etc.

» X. *Lorsque des triangles semblables* aa'a'' *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa'' *tangent à cette courbe en un autre point, et leur sommet* a' *sur une autre courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* aa' *enveloppe une courbe de la classe* $2m_1(mn-m-n)$ (lemme V);

» 2° *Leur côté* a'a'' *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(3mn-2m-4n)$;

» 3° *Leur sommet* a'' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2m_1(2mn-m-3n)$.

2°	IX,	$m_1 2(mn-m-n)$	IU	$m_1(3mn-2m-4n)$
	IU,	$n(m-2)m_1$	IX	
3°	x,	$n(m-2)m_1$	u	$2m_1(2mn-m-3n)$.
	u,	$m_1(3mn-2m-4n)$	x	

» XI. *Lorsque des triangles semblables* aa'a'' *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa' *tangent à cette courbe en ce point* a, *et leur sommet* a' *sur une courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* a'a'' *enveloppe une courbe de la classe* $2nm_1$;

» 2° *Leur sommet* a'' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $m_1(3n+m)$.

x,	$(m+n)m_1$	u (*)	$m_1(3n+m)$.
u,	$2nm_1$	x (lemme II)	

» XII. *Lorsque des triangles semblables* aa'a'' *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa' *tangent à cette courbe en ce point* a, *et leur sommet* a'' *sur une courbe* U_m :

» 1° *Leur côté* a''a' *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(2n+m)$.

» 2° *Leur sommet* a' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $m_1(3m+n)$.

1°	IX,	$m_1(m+n)$	IU	$m_1(m+n)$.
	IU,	nm_1	IX	
2°	x,	nm_1	u	$m_1(m+3n)$.
	u,	$m_1(m+2n)$	x	

(*) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 397; 1871.

§ IV. — Cas où les trois conditions se rapportent a une même courbe.

» XIII. *Lorsque des triangles semblables sont circonscrits à une même courbe* U^n, *leurs sommets homologues sont sur trois courbes de l'ordre* $2(n-1)n^2$.

$$\begin{array}{ccc|c} x, & nnn & u & \multirow{2}{*}{$2n^3$.} \\ u, & nnn & x & \end{array}$$

» Il y a $2n^2$ solutions étrangères dues aux $2n$ tangentes de U^n qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2n^2(n-1)$. Donc, etc.

» XIV. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et que leurs côtés* aa', $a'a''$ *sont tangents à cette courbe :*

» 1° *Leur côté* aa'' *enveloppe une courbe de la classe* $2(mn-m-n)$ (lemme V);

» 2° *Le lieu de leur sommet* a'' *est de l'ordre* $n(3mn-4m-4n+4)$.

$$2^\circ \quad \begin{array}{ccc|c} x, & nn(m-2), & u & \multirow{2}{*}{$n(3mn-2m-4n)$.} \\ u, & 2(mn-m-n)n, & x & \end{array}$$

» Il y a $2n(m-2)$ solutions étrangères dues aux points x qui se trouvent sur les tangentes de U_m issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $n(3mn-4m-4n+4)$. Donc, etc.

» XV. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leurs sommets* a, a' *sur une courbe* U^n_m, *et leur côté* aa' *tangent à la courbe :*

» 1° *Les côtés* aa'', $a'a''$ *enveloppent des courbes de la classe* $2(mn-m-n)$.

» 2° *Le lieu du sommet* a'' *est d'ordre* $4(m-3)(mn-m-n)$.

$$1^\circ \quad \begin{array}{ccc|c} IX, & m(n-2) & IU & \multirow{2}{*}{$2(mn-m-n)$.} \\ IU, & n(m-2) & IX & \end{array}$$

$$2^\circ \quad \begin{array}{ccc|c} x, & 2(mn-m-n)(m-3) & u, & \multirow{2}{*}{$4(mn-m-n)(m-3)$.} \\ u, & 2(mn-m-n)(m-3) & x, & \end{array}$$

» XVI. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leurs sommets* a, a' *sur une courbe* U^n_m, *et leur côté* $a'a''$ *tangent à la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa' *enveloppe une courbe de la classe* $2(mn-m-n)$.

» 2° *Leur côté* $a'a''$ *enveloppe une courbe de la classe*

$$(3m^2n-2m^2-6mn+2m+2n).$$

» 3° *Le lieu du sommet* a″ *est d'ordre* $m(2mn - 2m - 3n + 2)$.

2°	IX,	$m(2mn - 2m - 3n + 2)$	IU	$3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m + 2n$.
	IU,	$n(m - 2)(m - 1)$	IX	
3°	x,	$n(m - 2)(m - 1)$	u	$3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m + 2n + n(m-2)(m-1)$.
	u,	$3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m + 2n$	x	

» Il y a $2n(m - 1)(m - 2)$ solutions étrangères dues aux $2n$ tangentes menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste

$$m(2mn - 2m - 3n + 2).$$

» XVII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a, a′ *sur une courbe* U_m, *et que leur côté* aa′ *passe par un point fixe* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa′ *enveloppe une courbe de la classe* $(2m - 1)$;

» 2° *Leur côté* a′a″ *enveloppe une courbe de la classe* $(m - 1)(3m - 1)$;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2(m - 1)(2m - 1)$.

3°	x,	$(m - 1)(m - 1)$	u,	$2(m - 1)(2m - 1)$.
	u,	$(m - 1)(3m - 1)$	x,	

» XVIII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* a′a″ *tangent à cette courbe, et leur côté* aa′ *passant par un point fixe* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $(2m - 1)$ (lemme IV);

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $n(3m - 2)$.

2°	x,	$n(m - 1)$	u,	$n(3m - 2)$.
	u,	$(2m - 1)n$	x,	

» XIX. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* a′a″ *tangent à la courbe, et leur côté* aa′ *passant par un point* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $n(2m - 1)$;

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $n(3m - 2)$.

1°	IX,	mn	IU	$n(2m - 1)$.
	IU,	$n(m - 1)$	IX	
2°	x,	$n(m - 1)$	u	$n(3m - 2)$.
	u,	$n(2m - 1)$	x	

» XX. *Des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur* U_m^n, *leur côté* aa′ *tangent à la courbe en* a, *et leur côté* a′a″ *aussi tangent à la courbe :*

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de le classe* (m + n);

» 2° *Leur sommet* a′ *a pour lieu une courbe de l'ordre* 2n(n − 1);

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* n(m + 2n).

$$3^\circ \quad \begin{array}{lll} x, & nn & u \\ u, & (m+n)n & x \end{array} \;\Big|\; n(m+2n).$$

» XXI. *Des triangles semblables* a a′a″ *ont leur sommet* a *sur* U_m^n, *leur côté* aa′ *est tangent à la courbe en* a, *et le côté* a′a″ *passe par un point fixe de la courbe :*

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* (m + n);

» 2° *Leur sommet* a′ *a pour lieu une courbe de l'ordre* 2n;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* m + 2n.

$$3^\circ \quad \begin{array}{lll} x, & n & u \\ u, & (m+n) & x \end{array} \;\Big|\; m+2n. \text{ »}$$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note accompagnant la présentation du tome VI des* Œuvres de Lagrange; par M. SERRET.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le tome VI des *Œuvres de Lagrange.*

» Ce volume, dont la publication a été retardée par des circonstances diverses, renferme la collection complète des Mémoires de l'illustre auteur, qui ont été publiés pour la première fois dans les recueils de l'ancienne Académie des Sciences et de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut. Voici la liste de ces Mémoires, qui tous se rapportent à l'Astronomie mathématique :

I. Recherches sur la libration de la Lune;

II. Recherches sur les inégalités des satellites de Jupiter;

III. Essai sur le problème des trois Corps;

IV. Sur l'équation séculaire de la Lune;

V. Recherches sur la théorie des perturbations que les comètes peuvent éprouver par l'action des planètes;

VI. Recherches sur la manière de former des tables des planètes, d'après les seules observations;

VII. Lettre à Laplace sur la théorie des inégalités séculaires des planètes;

VIII. Recherches sur les équations séculaires des mouvements des nœuds et des inclinaisons des orbites des planètes;

IX. Mémoire sur la théorie des variations des éléments des planètes, et en particulier des variations des grands axes de leurs orbites;

X. Mémoire sur la théorie générale de la variation des constantes arbitraires dans tous les problèmes de la Mécanique;

XI. Second Mémoire sur la théorie de la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de Mécanique.

» Les ouvrages que je viens d'énumérer constituent, avec ceux qui font partie du tome V, le monumental répertoire de Mécanique céleste que nous devons à Lagrange, et dont la réimpression est aujourd'hui terminée.

» Si la publication des *OEuvres de Lagrange* devait être bornée aux seuls Mémoires, ainsi que cela avait été d'abord résolu, j'aurais déjà rempli, presque dans son entier, l'importante mission que le Gouvernement m'a confiée et que j'ai acceptée sans me dissimuler, au moins en partie, les difficultés de l'entreprise. Il ne reste plus, en effet, à réunir qu'un petit nombre de pièces non comprises dans les recueils académiques, et auxquelles il faudra joindre le *Traité de la résolution des équations numériques,* pour composer un *septième* volume de même étendue que les précédents.

» Mais une publication entreprise sous les auspices du Gouvernement ne peut laisser de côté, il faut le reconnaître, des œuvres aussi considérables que la *Mécanique analytique* et les deux ouvrages sur la *Théorie des fonctions analytiques,* qui sont aujourd'hui épuisés. La collection des Œuvres complètes de Lagrange exigera donc neuf volumes. La *Théorie des fonctions analytiques* et les *Leçons sur le calcul des fonctions* composeront le tome VIII, la *Mécanique analytique* formera le tome IX et dernier.

» Parmi les pièces qui doivent faire partie du tome VII, dont l'impression déjà commencée se poursuit activement, figure la célèbre Lettre à Fagnano, en date du 23 juin 1754. Il semblait impossible de se procurer un exemplaire de cette Lettre, et j'en avais fait dresser, à Turin, pour la réimpression, une copie certifiée conforme à l'original. Mais M. le prince Balthazar Boncompagni, si désireux de servir en toute occasion les intérêts de la Science, a bien voulu m'adresser une reproduction lithographique de la lettre en question, qu'il a fait faire, à Rome, d'après l'exemplaire qu'il possède. Je saisis avec empressement l'occasion qui m'est offerte de lui adresser publiquement ici mes vifs remercîments.

» Le texte primitif des nombreux Mémoires qui composent les six volumes aujourd'hui publiés renferme un très-grand nombre de fautes typographiques dont quelques-unes seulement sont indiquées dans les rares errata dressés par Lagrange. J'ai corrigé toutes celles que j'ai reconnues;

mais on comprend que, dans un travail aussi considérable, quelques-unes aient pu m'échapper, et que des fautes nouvelles aient été introduites, malgré le soin avec lequel les épreuves ont été revues. J'en ai moi-même effectivement relevé un petit nombre, mais qui ont peu d'importance, dans les premiers volumes; d'autres m'ont été signalées par plusieurs savants; aussi ai-je le devoir de préparer dès à présent les bases d'un errata général qui paraîtra, s'il y a lieu, à la fin du dernier volume.

» Je prie donc l'Académie de me permettre d'adresser publiquement devant elle un appel aux géomètres, aux astronomes, à tous ceux qui ont entre les mains la collection des *OEuvres de Lagrange* et de leur demander de vouloir bien me faire connaître les erreurs typographiques qu'ils auraient constatées soit dans le texte, soit dans les formules. »

« M. **Bertrand** a éprouvé quelque surprise en entendant parler du retard apporté à la publication du sixième volume des *OEuvres de Lagrange*.

» Les géomètres, en accueillant avec reconnaissance l'utile et admirable publication que dirige notre savant confrère, savent combien l'exactitude de texte et la correction des formules, scrupuleusement vérifiées dans tant de Mémoires de nature si diverse, demandent d'attention et de soins. Il est heureux, en saisissant cette occasion d'exprimer leur reconnaissance, de signaler, tout au contraire, la satisfaction unanime justement causée par la succession régulière et rapide de ces beaux volumes. »

PHYSIQUE. — *Sur les faisceaux magnétiques formés par des lames écartées;* par M. J. **Jamin**.

« Dans l'étude qu'il fit des faisceaux aimantés, Coulomb se contenta de mesurer leur moment magnétique. Il trouva que ce moment augmente moins vite que le nombre des lames. Le problème était mal posé, car c'était mesurer la force d'un faisceau par le produit de deux facteurs, la totalité du magnétisme et la distance du pôle au centre. Or ces deux facteurs varient à la fois et en sens opposé. Il était bien plus simple de chercher la loi qui règle un seul de ces deux facteurs : c'est ce qui m'a conduit à évaluer le magnétisme total, et à trouver que dans un faisceau il est rigoureusement égal à la somme du magnétisme des éléments :

$$M = m + m' + m'' \ldots,$$

il est bien évident, dès lors, que si l'on désigne par R, r, r', r'',... les distances des pôles au centre, on ne peut avoir

$$MR = mr + m'r' + m''r'', \ldots;$$

dans certains cas, le premier membre sera plus grand que le second, dans d'autres il sera plus petit.

» Je vais montrer aujourd'hui comment les lois des faisceaux se modifient sans cesser d'être très-simples, quand les lames, au lieu d'être rigoureusement appliquées et serrées l'une contre l'autre, sont séparées à dessein par des intervalles réguliers. J'ai opéré sur vingt-deux lames obtenues au laminoir d'un seul jet; elles étaient bien identiques, avaient 1 mètre de longueur, 50 millimètres de largeur et 1 millimètre d'épaisseur. Je commençai par étudier séparément plusieurs lames isolées prises au hasard, puis des faisceaux de 3 lames serrées entre elles; j'ai obtenu les valeurs suivantes pour le magnétisme total $\mu = \frac{m}{n}$ d'une seule lame: y exprime les ordonnées moyennes sur l'étendue du plat, y_1 les ordonnées sur la tranche.

Tableau I. (Écartement, nul.)

	3 lames saturées.		1 seule lame.	
Distances.	y	y_1	y	y_1
0	10,8	11,5	6,6	6,7
50	6,7	7,8	3,0	4,0
100	4,3	5,6	1,3	1,9
150	2,8	3,7	0,7	0,9
200	1,9	2,4	0,5	0,7
300	0,7	1,2	0,2	0,3
400	0,2	0,4	»	»
Σy	23,2	28,6	8,8	9,02

$m = 25,3 \quad \frac{m}{n} = 8,4 \quad m = 9,0$

Moyenne... $\frac{m}{n} = 8,7.$

» Ainsi, chaque lame possède une masse magnétique μ égale en moyenne à 8,7; le pôle est très-près de l'extrémité, à 30 millimètres environ. Si l'on forme un faisceau peu nombreux de n lames, il contient à son extérieur une totalité magnétique $m = \mu n$, et l'on retrouve sur chaque lame, en défaisant le faisceau, le magnétisme μ qu'elle avait à l'origine; mais, si ce faisceau dépasse la limite, c'est-à-dire si n dépasse le nombre de lames qu'il faut

pour constituer l'aimant normal, alors les surfaces extérieures ont atteint leur saturation, et à chaque addition de lames une partie des aimantations contraires se recompose pour reproduire l'état naturel. La totalité magnétique du faisceau n'augmente plus sur les plats, et chaque lame ne garde qu'une quantité magnétique très-inférieure à celle qu'elle avait apportée dans le faisceau, et qui est d'autant moindre que n est plus grand. C'est ce qui a été prouvé précédemment et qui résulte du tableau suivant dressé avec les vingt-deux lames désignées précédemment.

Tableau II. (Écartement nul.)

	22 lames.				3 lames.	
	y		y_1			
Distances.	obs.	calc.	obs.	calc.	y	y_1
0	15,1	12,6	15,3	14,0	5,7	6,5
20	12,1	12,1	13,0	13,3	»	»
50	11,1	11,3	12,0	12,5	3,2	4,1
100	10,3	10,0	10,8	11,1	2,0	3,9
150	8,0	8,8	9,6	9,7	1,6	3,0
200	6,8	7,5	8,5	8,4	1,3	1,6
300	4,8	5,1	5,6	5,6	0,5	0,7
400	2,6	2,6	3,2	2,9	0,2	0,5
Σy	62,7		70,2		13,2	17,6
	$m=97,1$		$\frac{m}{n}=4,4$		$m=14,4$	$\frac{m}{n}=4,8$

» On remarquera :

» 1° Que, dans le faisceau de vingt-deux lames, les intensités se sont accrues partout, et à l'extrémité de 6,7 à 15;

» 2° Que l'aimant normal est atteint, c'est-à-dire que les intensités y et y_1 sont représentées rigoureusement, jusqu'à 20 millimètres de l'extrémité, par les ordonnées d'une droite passant par le milieu. De 20 millimètres à zéro l'influence du bord se fait sentir, et l'intensité croît rapidement jusqu'à l'arête.

» 3° Le centre de gravité est celui du triangle rectangle dont l'hypoténuse est la droite des intensités, l'un des côtés la demi-longueur de la lame, et le troisième côté l'ordonnée extrême y_0 qui est 13. Ce centre est au tiers de la demi-longueur 500, ou à 166 millimètres de l'extrémité : il s'est rapproché du milieu.

» 4° Les vingt-deux lames avaient apporté une quantité magnétique égale

à 8,7 × 22 = 191, 4; or on ne trouve que $m = 97,1$: la perte est de plus de moitié (66 pour 100).

» 5° Chaque lame ne doit plus contenir que la vingt-deuxième partie de m, ou 4,4; et, en effet, si l'on en prend trois au hasard, qu'on les remette en un faisceau, il est beaucoup plus faible qu'après l'aimantation directe $m = 14,4$, et chaque lame ne contient plus que $\frac{m}{n} = 4,8$, nombre presque égal à 4,4.

» En résumé, si l'on a gagné en intensité dans le rapport de 6,7 à 15, on a beaucoup perdu en quantité dans le rapport de 197 à 91, ou de 2 à 1. Y a-t-il un moyen de diminuer cette perte, tout en maintenant le gain fait en tension? On croit y réussir en séparant les lames par des intervalles. Je vais étudier cette méthode.

» Je réaimante les vingt-deux lames, et je les superpose de nouveau en les séparant par des cartons de $0^{mm},6$ d'épaisseur : je trouve les valeurs moyennes suivantes de y sur le plat et de y_1 aux tranches :

Tableau III. (Écartement, $0^{mm},6$.)

	22 lames.				3 lames.	
	y		y_1			
Distances.	obs.	calc.	obs.	calc.	y	y_1
0	13,7	11,1	14,2	12,4	9,2	10,8
20	10,9	10,8	11,8	11,9	»	»
50	9,9	10,0	10,8	10,9	4,7	5,4
100	8,8	8,9	8,9	9,6	3,2	3,8
150	7,4	7,8	8,0	8,4	2,3	3,0
200	6,7	6,7	6,8	7,2	1,7	2,7
300	4,1	4,5	5,2	4,8	0,9	1,3
400	2,0	2,2	2,4	2,4	0,4	0,6
Σy	55,5		61,5		19,2	23,2
	$m = 85,7$		$\frac{m}{n} = 3,9$		$m = 20,9$	$\frac{m}{n} = 6,9$

» 1° L'aimant normal est encore constitué; 2° le centre de gravité est encore à 166 millimètres du bout; 3° l'intensité extrême a également augmenté, mais un peu moins, jusqu'à 13 à 14 au lieu de 15 à 16; 4° enfin la somme de magnétisme *extérieur*, c'est-à-dire constaté sur les plats et les tranches, est égale à 85,7 au lieu de 97,1; il semblerait qu'en séparant les lames on ait à la fois diminué la quantité et l'intensité.

» Cependant il ne faut pas croire que le magnétisme soit réduit à 85,5

pour le faisceau et à 3,9 pour chaque élément; car, à cause de l'écartement des lames, une certaine somme d'aimantation doit être restée entre elles. Ce que nous avons mesuré est ce qui a été porté sur l'extérieur; nous ne voyons pas ce qui reste en dedans. Pour savoir s'il en est réellement ainsi, démontons le paquet et examinons en particulier trois lames sans les réaimanter et sans intermédiaire; elles reconstituent, en effet, un groupe plus fort qu'après être extraites du premier faisceau de vingt-deux lames, et qui donne $m = 20,9$ et $\frac{m}{n} = 6,8$. De là nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° Chaque lame extraite du faisceau formé avec des écartements de $0^{mm},6$ garde en totalité 6,9 et le faisceau entier $6,9 \times 22 = 151,3$.

» 2° Chaque lame a fait une perte et, par suite, le faisceau. Celle du faisceau est $291,5 - 151,3 = 140,1$, soit 50 pour 100; elle était plus grande et égale à $291,5 - 97,1 = 194,4$ ou 66 pour 100 dans le premier mode de superposition.

» 3° Dans ce premier mode, tout le magnétisme conservé (97,1) était transporté à l'extérieur; il n'y avait rien ou presque rien entre les lames. Cette fois ce qui subsiste (151,1) se partage en deux : 1° en 85,5 qui est répandu à l'extérieur; 2° en 65,6 qui est resté dans les intervalles.

» Si maintenant on augmente l'intervalle entre les lames, il est évident qu'on diminuera la portion de magnétisme extérieure, qu'on augmentera celle qui est à l'intérieur et que peu à peu les lames agiront comme si elles devenaient indépendantes. Alors chacune gardera son magnétisme et sa tension première.

» Voici une série d'expériences avec des intervalles égaux à $0^{mm},9$.

TABLEAU IV. (Écartement, $0^{mm},9$.)

	22 lames.		3 lames.	
Distances.	y	y_1	y	y_1
0	13,0	13,8	8,1	8,9
50	9,9	11,2	4,6	5,7
100	8,4	9,4	2,8	3,7
150	7,1	8,2	1,6	2,8
200	6,0	7,1	1,2	1,9
300	4,1	4,5	0,4	1,0
400	2,0	2,2	0,3	0,4
Σy.	52,6	59,0	19,3	21,3
	$m = 81,8$	$\frac{m}{n} = 3,7$	$m = 21,0$	$\frac{m}{n} = 7,0$

Totalité conservée... 154. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de M.* FAYE, *avec une réplique de M.* E. Gautier.

« Je m'empresse de communiquer à l'Académie la réplique que M. E. Gautier m'a fait l'honneur de m'adresser, à une de mes Notes insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXVIII, p. 929; séance du 6 avril 1874), où j'ai eu occasion de citer son nom et son hypothèse des scories solaires. L'Académie accueillera avec intérêt, j'en suis convaincu, l'exposé lucide que ce savant astronome a fait lui-même des idées qu'il oppose aux miennes, et qui paraissent avoir été effectivement adoptées, d'une manière plus ou moins explicite, par d'éminents observateurs.

« Le *Compte rendu* de la séance du 6 avril de l'Académie des Sciences vient de me parvenir, et il m'a appris à ma grande surprise que vous m'avez fait l'honneur d'entretenir l'illustre assemblée du modeste résumé de mes observations spectroscopiques du Soleil, publié récemment dans nos *Archives*. Vous m'accordez le titre de professeur que je ne mérite point; mais ce n'est pas cette réclamation qui me fait prendre la plume aujourd'hui. Sans espérer nous mettre d'accord sur la théorie des taches, je désire vous donner quelques explications spéciales sur le sujet qui nous divise et les conceptions que je m'en fais.

» L'argument tiré du petit nombre d'adhérents à la théorie des cyclones n'a, je le reconnais, pas de poids scientifique. L'assertion que je me suis permise n'était que la répétition de celle d'un de mes collègues en observations, bien plus expérimenté, plus assidu et mieux outillé que je ne le suis. C'était la pensée que j'avais dans l'esprit lorsque, au mois de décembre, je vous témoignais verbalement mon regret de ce que, tout en traitant théoriquement ces mystérieux sujets, vous ne les suivissiez pas en même temps de la vue avec quelque excellent instrument.

» Lorsqu'il y a dix ans j'ai tenté de faire revivre la théorie de Galilée sur les phénomènes solaires, j'ai été, je le sais fort bien, l'objet de la risée de maint astronome. Quand plus tard M. Respighi a montré quelque sympathie pour cette manière de voir, sans me nommer, le P. Secchi lui a lancé ses foudres les plus terribles, traitant de *scienza bambina* une opinion qui aurait peut-être mérité plus d'égards; mais j'estime que nous avons été suffisamment vengés, car l'ingénieux auteur que je viens de citer, après de savantes évolutions, a fini par se ranger parmi ceux qui, comme nous, considèrent les taches comme résultant de la présence de *matières obscurcissantes*, s'accumulant sur ou dans la photosphère. Il s'insurge contre certains termes, employés par nous et par d'autres, dans le cours de notre étude et que je reconnais n'être pas heureux; mais au fond ces débris d'éruptions, ces substances projetées et retombant sur la surface solaire ne sont pas si différents des *scories* que nous nous imaginons s'y former, sans nous attacher trop au mot lui-même que je remplacerais volontiers.

» Le P. Secchi, après beaucoup d'hésitations, et bien d'autres avec lui, appartiennent donc aux sectateurs de la théorie des taches considérées comme des substances non ou peu lumineuses : scories, nuages, laves, concrétions, résidus, comme on voudra les nommer; et il me paraît que c'est aussi celle qui gagne du terrain, quelles que soient d'ailleurs les

conceptions de chacun sur la nature et sur l'origine de ces substances, quelle que soit la place ou le niveau qu'on leur assigne dans la photosphère.

» La photosphère est pour moi, ainsi que j'ai eu l'honneur de vous le dire, la surface lumineuse d'un fluide incandescent recouvert d'une couche de gaz brillante, accidentée, irrégulière, d'épaisseur variable, quoique moins raboteuse que la chromosphère. Jusqu'à quel degré les matières foncées du noyau des taches sont-elles enfoncées dans cette couche? C'est ce qu'il est difficile de dire et ce sur quoi les opinions diffèrent beaucoup. M. Spörer les place au-dessus; nous les présumons surnageant à la surface liquide et pouvant être recouvertes partiellement par des émanations photosphériques dont les formes sont très-diverses. Tout le monde connaît les ponts brillants, tantôt droits, tantôt curvilignes qui traversent les noyaux. Parfois, ces noyaux sont recouverts de petits flocons blancs, de nature essentiellement photosphérique, mais moins denses, moins éclatants que les ponts. Toutes ces apparences me paraissent cadrer fort naturellement avec l'hypothèse de Galilée, et je ne me sens point effarouché par son antiquité, d'autant plus qu'elle se prête fort bien à toutes les conséquences des études modernes sur les « mouvements de la photosphère ». Cette étude, point de départ absolu de la théorie des cyclones, n'est qu'un des détails à considérer dans l'ensemble des faits, et s'il vous paraît étrange de voir subsister pendant des mois des noyaux obscurs, matériels, dans la photosphère, l'objection me semble encore plus embarrassante pour la persistance de tourbillons, qu'on verrait réapparaître pendant dix ou douze rotations successives de l'astre, à la même place.

» Je ne comprends pas bien votre pensée relative au « défoncement de la photosphère à quelques centaines de lieues de profondeur ». Avec les dimensions du globe solaire, 100 lieues ne sont pas une affaire, et puis nul ne sait l'épaisseur de la couche gazeuse photosphérique, ni le degré d'enfoncement des noyaux. Quelques-uns les placent au-dessus de cette couche, nous l'avons dit tout à l'heure. Quant à moi, j'ai adopté l'idée des taches *flottantes*, en grande partie pour échapper à cette malencontreuse conception des taches-entonnoirs, à ces *trous* que vous condamnez, et que je ne puis admettre raisonnablement se former et persister à la surface du Soleil. Qu'il y ait autour des taches une espèce de bourrelet photosphérique, résultant de la tension des gaz autour d'un amas de substances qui leur font obstacle, j'en reconnais la probabilité. Les apparences de facules y donnent créance, et les ponts lumineux seraient des émanations de ce bourrelet qui, d'ailleurs, doit être dans un état de grande agitation, de bouillonnement, de boursouflure, comme toute surface de liquide incandescent. Je ne saurais trop recommander l'étude comparative de la surface d'un bain d'alliage de métaux, de laiton par exemple, comme pouvant faire présumer ce qui se passe dans la fournaise solaire, en ayant soin d'y introduire la notion d'une densité très-inférieure et d'une température beaucoup plus élevée.

» Quant à déterminer cette température, nous ne pouvons y songer jusqu'ici. Les limites de 1400 degrés d'un côté, de 10 millions de l'autre, nous laissent dans un vague absolu. Lorsque la science aura fixé quelque chiffre tant soit peu précis à cet égard, on pourra examiner si nous connaissons des substances assez réfractaires pour résister à la fusion dans ces conditions; mais, n'en connussions-nous aucune, cela ne suffirait pas pour conclure à leur non-existence. La Chimie solaire n'est point encore fort avancée; en transportant à la surface du Soleil nos notions de Mécanique et de Physique terrestres, nous

acquérons des notions très-importantes; mais il y a de vastes champs qui restent encore inexplorés.

» Je trouve pour la première fois, dans une Note de M. S.-P. Langley (*Monthly Notices*, t. XXXIV, n° 5, p. 260), mention d'un fait qui m'a souvent frappé dans l'examen des phénomènes photosphériques : je veux parler des apparences de cristallisation que présentent certains détails dans la formation des taches. Mon instrument étant de dimensions fort restreintes, je n'ai pas osé parler de mes observations, sachant par expérience combien un grossissement considérable modifie l'aspect desdits phénomènes, et fait voir des appendices, des contours adoucis, floconneux, là où un instrument de pouvoir faible accuse des lignes ou des accidents bien définis et arrêtés. Je n'ai donc point parlé des dessins de la fin de mars 1873, par exemple, où cette forme cristallisante était très-marquée sur de belles taches, visibles plusieurs jours de suite et se modifiant incessamment; mais, suivant des procédés rappelant bien plutôt des dépôts minéraux ou salins, ou certaines gemmations, que l'action de tourbillons. Si M. Langley, avec un réfracteur de 13 pouces, constate les mêmes apparences, cela m'enhardit à arguer de ses observations, et je me trouve mieux placé pour parler de « scories ».

« La composition si bizarre de la photosphère qu'il nous dépeint, son apparence filamenteuse, granuleuse, où les courants qui s'y produisent indubitablement se manifestent à l'œil si difficilement, et sont, en tout cas, beaucoup plus lents qu'on aurait pu le penser, est encore une présomption en faveur de l'analogie avec un bain d'alliage métallique en fusion, recouvert de brillantes émanations gazeuses. Si cette théorie est ancienne, je ne vois pas pourquoi on lui dénierait toute « valeur scientifique ». Le terme me paraît dur, mais, à vrai dire, il ne me décourage pas. Je répète mon aveu d'il y a dix ans : Nous sommes encore sur le terrain de l'hypothèse, mais cette hypothèse me plaît par sa simplicité; et sans que ses détails en soient tous expliqués, elle n'est en contradiction avec aucun fait observé ni avec aucune loi physique. »

» Malgré les adhésions assurément très-considérables, au point de vue purement astronomique, dont M. Gautier est bien en droit de se féliciter, je ne crois pas qu'il soit utile de reprendre la discussion de cette hypothèse. La question solaire a changé de face dans ces derniers temps : elle est tout entière désormais dans celle de l'identité des taches avec nos tourbillons. Il y a longtemps que cette identité aurait frappé tous les esprits, si l'on n'avait propagé sur nos trombes, tornados, cyclones, etc., les théories les plus singulières. C'est là l'obstacle contre lequel je dois diriger mes efforts, sans m'arrêter à discuter les hypothèses contradictoires qui se partagent encore l'attention des astronomes. Si M. E. Gautier voulait bien un moment laisser de côté ces hypothèses, pour s'occuper du côté mécanique de la question, il verrait bien vite que son objection sur la durée, souvent très-longue, des cyclones solaires n'est fondée ni en théorie ni en fait; car, d'une part, en fait, les cyclones terrestres durent souvent des semaines entières, malgré l'obstacle du sol où s'absorbe incessamment la force vive qui les

alimente; et, d'autre part, sur le Soleil où cet obstacle n'existe pas, les différences de vitesse des couches superficielles, qui donnent naissance à ces tourbillons, dépendent d'une cause mécanique bien plus générale et bien plus persistante que cela n'a lieu dans notre atmosphère. Nos cours d'eau lui offriraient d'ailleurs des exemples encore plus frappants de la persistance de certains mouvements de ce genre, à côté d'exemples encore plus nombreux où ces phénomènes n'ont qu'une durée très-restreinte, absolument comme dans notre atmosphère et sur le Soleil.

» Quant à l'avantage que M. E. Gautier possède, et que je lui envie, de pouvoir observer tous les jours ces beaux phénomènes sur le Soleil, je me bornerai à dire que s'il veut bien publier ses observations, dont je sens d'avance tout le prix, je tâcherai de lui prouver qu'elles vérifient, presque à chaque pas, la théorie qu'il repousse, bien loin d'y contredire. »

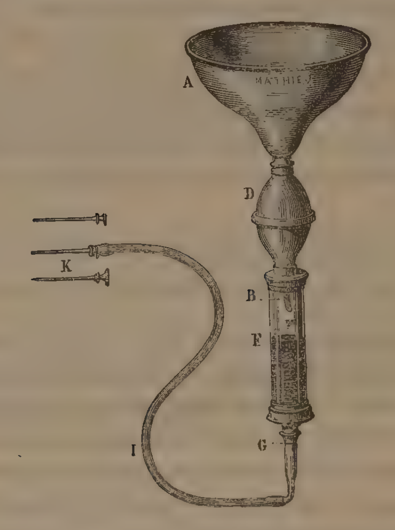
CHIRURGIE. — *Nouvel appareil pour la transfusion du sang, proposé par M.* Mathieu. Note de M. **Bouley.**

« Les discussions auxquelles donnent lieu les questions de priorité sont ordinairement assez stériles. Celle qui a été portée, tout récemment, devant l'Académie, par MM. Moncoq et Mathieu, au sujet des appareils transfuseurs, va faire exception à cette règle assez générale. La décision qu'une Commission nommée par vous a soumise, il y a quinze jours, à votre appréciation, a été pour M. Mathieu un motif de chercher à faire mieux que M. Moncoq, dont l'appareil avait été reconnu, par votre Commission, supérieur à ceux que M. Mathieu avait inventés, et voici celui qu'il propose aujourd'hui.

» Dans cet appareil nouveau, tout mécanisme est supprimé. Il n'y a plus de corps de pompe, ni de piston, dont le fonctionnement ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire d'une huile avec laquelle le sang à transfuser doit être mis nécessairement en rapport immédiat.

» Cet appareil est constitué par un récipient en verre (F), communiquant avec l'entonnoir (A) dans lequel le sang doit être versé, à l'aide d'un tube de verre également, auquel est ajusté un petit tube de caoutchouc (B), faisant l'office d'une soupape à anches. Entre l'entonnoir et le récipient, est disposée une ampoule de caoutchouc (D), que traverse le tube de communication de l'un à l'autre. Cette ampoule, qui est exclusivement un réservoir à air, communique par un trou avec le récipient en verre, et sa compression a pour effet de chasser de celui-ci une quantité d'air proportionnelle à la

capacité de l'ampoule elle-même. Quand elle revient sur elle-même, en vertu de son élasticité, elle aspire une partie de l'air du récipient, et y produit une diminution de pression qui est la condition pour que le sang, versé dans l'entonnoir, force la résistance de la soupape à anches, et s'introduise dans le récipient. Que si, au moment où celui-ci est à moitié rempli, on exerce une pression sur l'ampoule en caoutchouc, l'air qu'elle contient, refoulé dans le récipient, presse sur la colonne liquide, à la ma-



nière d'un piston, et la chasse dans le tube (G) de conduite du récipient vers la veine. Quand, ce premier résultat produit, on laisse l'ampoule revenir sur elle-même, elle aspire l'air du récipient, un vide relatif s'y produit, le sang y est appelé, et il en est expulsé par une nouvelle pression exercée sur l'ampoule : l'élasticité de celle-ci est donc l'unique ressort moteur de cet appareil. L'ampoule exerce alternativement une action d'aspiration de l'air du récipient dans sa cavité intérieure et une action de refoulement de cette cavité dans celle du récipient; et c'est ce va-et-vient de la colonne d'air d'une cavité dans l'autre qui est la condition du mouvement imprimé au sang, dans un sens déterminé par la disposition des soupapes, ce liquide, aspiré, pour ainsi dire, dans le récipient, quand l'ampoule se dilate, en étant refoulé ensuite quand on exprime de l'ampoule l'air qu'elle renferme.

» Tel est ce mécanisme, qui est une simplification et qui me paraît un progrès. Probablement qu'il trouvera son application dans d'autres appareils destinés à faire des injections dans les cavités du corps humain. »

THERMODYNAMIQUE. — *Idées générales sur l'interprétation mécanique des propriétés physiques et chimiques des corps* [suite (1)]; par M. A. Ledieu.

§ IV. — Role des éléments disponibles des vibrations atomiques pour caractériser les divers états physiques et les différentes propriétés d'un corps.

« Dans ce qui suit, nous nous occuperons particulièrement des *corps à molécules*, en remarquant que tout ce qui les concerne convient aux *corps sans molécules*, pourvu que, dans ces derniers, la vibration de chaque atome soit considérée comme formant avec ses éléments un système distinct.

» Pour une température donnée, l'*organisation mécanique* de chaque molécule d'un corps dépend évidemment des éléments des vibrations atomiques que laisse disponibles la caractérisation de la température. Il est, au surplus, supposable, d'après ce qu'indique la Chimie, que cette organisation est *identique* pour toutes les molécules du corps, considérées à un même instant.

» En étudiant le *viriel intérieur* des *gaz naturels*, on est conduit à admettre que tout changement de température, sous volume constant, amène une modification dans l'organisation mécanique des *molécules*. Par ailleurs, la pression augmentant alors sans que la densité change, et par conséquent sans qu'il y ait variation du nombre des atomes actionnant chaque élément de surface de l'enveloppe, la modification en question doit entraîner un changement dans le degré des rapprochements successifs des atomes voisins des deux corps.

» Nous conclurons de là que cette modification doit aussi amener un changement dans les rapprochements analogues de molécule à molécule, à l'intérieur de la masse gazeuse, puisque le volume de cette masse est invariable. Dès lors, ladite *modification* ne saurait consister que dans un changement d'étendue et, conséquemment aussi, de forme des trajectoires de vibration des atomes de chaque molécule, soit dans un changement de volume de celle-ci, en entendant par *volume d'une molécule* la plus petite surface convexe enveloppant toutes les trajectoires en question. Du reste, cela se conçoit naturellement, si l'on songe que les changements de la température, et par suite des vitesses de parcours des atomes d'une même molécule le long de leurs trajectoires, ne sauraient évidemment se

(1) Voir les *Comptes rendus* du 11 mai. (Dans ce premier article, lire *aussi* au lieu de *a fortiori*, à la 1re ligne du 4e alinéa du § I.)

produire sans réagir sur un plus ou moins grand nombre des éléments de ces lignes. Aussi est-il présumable qu'outre l'étendue et la forme des trajectoires de vibration, ces changements doivent encore influencer la loi de la variation, pour chaque parcours de trajectoire, des forces vives vibratoires correspondant à une force vive moyenne donnée.

» D'un autre côté, le *travail intérieur* des gaz naturels est très-faible pour tout changement de volume *sous température constante*, en d'autres termes quand la pression varie par le seul fait du changement de la densité du gaz sans intervention de travail extérieur, comme dans l'expérience bien connue de Gay-Lussac, renouvelée par Joule. On regarde même ce travail comme nul dans les *gaz parfaits*. Il résulte de là que, dans la condition dont il s'agit, il n'y a ni travail dû au déplacement des molécules les unes par rapport aux autres, ni travail dû au changement dans la constitution mécanique de chaque molécule, attendu que, ces deux sortes de travaux n'ayant entre eux aucune corrélation immédiate, il n'est pas présumable qu'ils puissent s'entre-détruire au moins d'une manière générale.

» De la constance de ladite constitution des molécules pour une même température on déduit aisément que la pression d'un gaz parfait est proportionnelle à sa densité, ce qui n'est autre chose que la loi de Mariotte; mais le travail intérieur n'étant pas nul et, par suite, la constance en question n'existant pas, en général, pour les gaz naturels, cette loi ne leur est plus rigoureusement applicable, au moins en toutes circonstances.

» Et, en effet, en résumant ses beaux travaux sur les gaz naturels, M. Regnault a admis en principe que, pour une *certaine* température déterminée propre à chacun d'eux et inégale de l'un à l'autre, la loi de Mariotte convient rigoureusement dans des limites de pression très-étendues. Mais qu'au-dessous ou au-dessus de cette température la pression, quand elle augmente, se trouve toujours inférieure ou supérieure à la pression calculée.

» Que conclure de là, sinon que pour les gaz naturels, lorsque leur densité change *sous température constante*, chaque molécule a son volume qui, aux environs de la *certaine* température en question, demeure invariable, quelle que soit la densité; mais qui, pour des températures inférieures ou supérieures à la précédente, varie en sens inverse ou dans le même sens que la densité, dans d'extrêmement faibles proportions du reste.

» Par ailleurs, reportons-nous aux expériences de MM. W. Thomson et Joule sur le travail intérieur des gaz naturels sous température constante, et d'où il résulte que ce travail est d'autant plus faible, qu'il s'agit de gaz se rapprochant davantage de la loi de Mariotte.

» Nous déduirons de ces expériences, jointes à ce qui précède concernant ladite loi, que le faible travail intérieur en question doit s'attribuer presque en entier, sinon exclusivement, à des modifications de la constitution mécanique des molécules entraînant, du reste, leur changement de volume.

» En ce qui concerne les *solides* et les *liquides*, d'après la loi *rectifiée* de Wœstyn, on est à même, comme l'a fait M. Hirn dans la 2[e] édition de son *Exposé analytique de la théorie mécanique de la chaleur*, d'avoir sinon la valeur exacte, du moins une limite supérieure de la chaleur spécifique absolue pour ceux de ces corps dont les éléments peuvent s'obtenir à l'état gazeux. On peut comparer cette limite avec la chaleur spécifique sous *volume constant* tirée très-approximativement de la chaleur spécifique vulgaire, ainsi qu'il est indiqué dans l'appendice de la *Théorie mécanique de la chaleur* de Zeuner. De la quantité notable dont en général la chaleur spécifique sous volume constant surpasse la limite en question, on déduit, comme pour les gaz, que tout changement de température d'un solide ou d'un liquide *sous volume constant* entraîne une modification dans l'organisation mécanique de chaque molécule. Et, par analogie, il y a tout lieu d'admettre que cette modification consiste en un changement d'étendue et de forme des trajectoires de vibration des atomes de chaque molécule, accompagné très-probablement d'un changement dans la loi de la variation, pour chaque parcours de trajectoire, des forces vives vibratoires relatives à une même force vive moyenne.

» D'autre part, on sait encore, pour les *solides*, que le travail intérieur propre à tout changement de volume *sous température constante* peut être considérable; et alors il doit y avoir à la fois travail dû au déplacement des molécules les unes par rapport aux autres, et travail dû à une modification de la constitution mécanique des molécules. En comparant ce qui se passe ici avec ce qui a lieu dans les mêmes circonstances pour les gaz, il semble plausible d'admettre que le second des travaux en question prend, en général, une certaine valeur de même ordre que celle qui convient au gaz, et, par conséquent, très-faible; dès lors, ce serait le premier desdits travaux qui influerait le plus sur le travail intérieur total.

» Le caractère distinctif des *solides*, par rapport aux gaz, consisterait donc en ce que leurs molécules ne sauraient se déplacer entre elles sans qu'il se produise un travail intérieur considérable. Mais, comme pour les gaz, le changement de volume lui-même serait surtout caractérisé par un changement dans l'écartement des molécules.

» Pour les *liquides*, ce qui concerne les solides leur est applicable, tant

qu'il s'agit du rapprochement de leurs molécules; mais l'extrême mobilite de celles-ci indique que le travail intérieur relatif à leur écartement les unes des autres est sensiblement nul, et qu'elles ne subissent alors aucune modification.

» Par ailleurs, dans le *passage de l'état solide à l'état liquide*, la variation notable $\Phi' - \Phi$ qu'éprouve l'énergie potentielle indique qu'il se fait un changement dans l'organisation mécanique des molécules, avec modification probable de leur volume. Il doit certainement y avoir aussi dérangement dans le groupement des molécules, surtout eu égard à la variation de volume du corps, consistant parfois en une contraction, qui accompagne d'ordinaire la liquéfaction, et qui, bien que toujours très-restreinte, n'exige pas moins un certain travail, d'après ce que nous venons de dire pour les variations de volume des solides.

» D'autre part, dans la *transformation d'un liquide en vapeur*, la variation considérable de l'énergie potentielle nécessitée par le phénomène considéré à température constante, et abstraction faite du travail extérieur engendré en même temps que la vaporisation s'effectue, prouve qu'il y a un changement dans l'organisation mécanique des molécules, entraînant probablement une variation de leur volume. Mais le groupement même de celles-ci ne joue plus ici qu'un rôle secondaire, attendu que, d'après ce qui a été dit il y a un instant pour les *liquides*, l'écartement des molécules n'exige que peu ou point de travail.

» Conséquemment, dans l'ordre d'idées où nous nous plaçons, le *changement d'état physique* d'un corps serait dû tant aux modifications du groupement des molécules inhérentes à l'augmentation ou diminution du volume du corps, qu'aux modifications d'organisation mécanique de celles-ci avec variation d'étendue, indépendamment des effets de ce dernier ordre dus au changement de température qui accompagne d'ordinaire le phénomène.

» De son côté, l'*orientation* des molécules entre elles semblerait tout naturellement appelée à caractériser la *cristallisation* des corps ou leur *état amorphe*, et à engendrer le *dimorphisme*.

» Au surplus, les éléments des vibrations dont nous nous occupons doivent encore, dans leurs modifications, faire varier quelques autres propriétés des corps, telles que la couleur, la transparence ou la diathermancie, qu'il semble assez naturel de regarder comme dépendant des éléments 3°, 4° et 6° du § III.

» Quant à la *rotation possible des atomes* sur eux-mêmes, tout en étant

susceptible de jouer un certain rôle dans un plus ou moins grand nombre des phénomènes précités, elle pourrait servir à expliquer diverses propriétés spéciales d'un corps, lumineuses, électriques et magnétiques, en y joignant l'action de l'éther, qu'il est rationnel de supposer vibrant à l'intérieur de chaque molécule, au milieu des atomes pondérables de celle-ci.

§ V. — Role des éléments disponibles des vibrations atomiques pour différencier les corps entre eux. Mode de concevoir, dans notre théorie, la constitution de toute molécule, ainsi que la nature et les fonctions de l'éther.

» Reportons-nous maintenant à la loi d'Avogadro et d'Ampère, relative à l'égalité du volume des molécules de tous les gaz et de toutes les vapeurs sous une même pression et à une même température, et en particulier des molécules des substances allotropiques et isomériques, qui, en fait, correspondent, ainsi que nous l'avons déjà dit au § II, à un même corps dans divers états chimiques. Cette loi n'a pas jusqu'à ce jour présenté d'anomalies qui n'aient été expliquées, pourvu que le gaz ou la vapeur considérée n'ait subi aucun commencement de *dissociation*. Elle peut dès lors être regardée comme générale. Nous en conclurons déjà que l'*allotropie* ou l'*isomérie*, abstraction faite de la *polymérie*, doit consister dans les différences d'organisation mécanique de molécules renfermant, *sous un volume égal*, un même nombre d'atomes respectivement de même *essence* et de même *masse*, en d'autres termes, de molécules identiques quant à leur composition *brute*.

» D'après cela, les corps *allotropiques* ou *isomériques* se distingueraient entre eux par la diversité d'orientation, les unes par rapport aux autres, des trajectoires de vibration des atomes composant leur molécule, et peut-être aussi par les modifications de forme de ces trajectoires, et par le changement de la loi de la variation des forces vives de parcours.

» Les éléments et circonstances particulières du mouvement vibratoire que laisse disponible la spécification de l'état thermométrique des corps servent encore à différencier entre elles les substances soit *tout à fait étrangères*, soit *polymériques*, comme ils servent à différencier les divers états physiques ainsi que allotropiques ou isomériques d'un même corps, d'autant que ces éléments et circonstances dépendent non-seulement de la *masse* et de l'*essence* des atomes constituant chaque molécule, mais encore de leur *nombre*.

» En somme, dans notre théorie, chaque molécule d'un corps représenterait un *tout* offrant une organisation mécanique parfaitement réglée,

avec la force vive moyenne de vibration caractérisant la température et variant avec elle. Ce serait une sorte de monde infinitésimal formant un système embrassant une étendue déterminée, variable surtout avec la température et l'état physique des corps, et un peu avec leur densité.

» D'autre part, en vertu de la loi susmentionnée d'Avogadro et d'Ampère, cette étendue serait la *même,* toutes choses égales d'ailleurs, pour les corps *allotropiques* et *isomériques*, et à égalité de pression et de température, pour toutes les substances, au moins à l'état de gaz ou de vapeur.

» Chaque monde moléculaire serait formé d'un plus ou moins grand nombre d'atomes suivant les corps. Il aurait, comme notre univers, ses éléments de mouvement satisfaisant à des conditions de stabilité nettement définies, et susceptibles au surplus d'être influencées par la rotation des atomes sur eux-mêmes si elle existe, et dans tous les cas, par l'action des molécules voisines, au moins pour les solides.

» Nous sommes heureux de rappeler à ce propos que l'illustre chimiste, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a émis, il y a déjà trente ans, une semblable opinion dans ses *Mémoires de Chimie*, en assimilant les molécules des corps à des systèmes planétaires. Telle était aussi l'opinion du célèbre Cauchy.

» Il nous reste à ajouter que, dans notre théorie, nous regardons l'*éther* comme composé d'atomes *matériels* vibrants, et que la portion existant à l'intérieur de tout corps doit être considérée comme un système qui se superpose, pour ainsi parler, au système formé par les atomes pesants du corps; en d'autres termes, les *atomes d'éther logés* dans le corps décrivent des trajectoires de vibration, qui se coordonnent avec celles que parcourent les atomes pesants en question.

» Pour tout dire, l'éther serait, selon nous, une substance de même nature que les substances *pondérables*. Il posséderait les mêmes propriétés générales que celles-ci; et ses différences avec elles, plus apparentes que réelles, tiendraient tant à l'espèce des fonctions des distances qui mesurent l'action moléculaire de ses atomes entre eux et sur les atomes pesants, qu'à la petitesse relative de sa masse atomique. De ces deux causes résulterait la propriété dont il jouit de pénétrer tous les corps pesants. En outre, à la première de ces mêmes causes serait due l'*extrême élasticité* qu'on accorde à l'éther; à la seconde devrait s'attribuer l'*impondérabilité* de cette substance, impondérabilité essentiellement *relative*, ce qui, selon toute vraisemblance, sera prouvé expérimentalement, un jour ou l'autre, par quelque physicien de génie.

» Nous avons établi à plusieurs reprises, dans nos Communications antérieures, que l'éther jouissait de la propriété de ne jamais produire que du *travail vibratoire* sur les atomes pesants qu'il actionne, et cela à cause précisément qu'il enveloppe de toutes parts chacun de ces atomes, en vibrant autour de lui suivant des trajectoires orientées sans loi déterminée. Cette propriété explique son rôle capital dans la transmission de la chaleur par *rayonnement* ou par *contact*. En introduisant sous cette forme l'action de l'éther dans l'équation générale des forces vives appliquée à la Thermodynamique, on arrive aux résultats les plus importants.

» En réponse à une Communication de M. Clausius, nous avons, dans les *Comptes rendus* du 23 février 1874, fait ressortir que ce savant n'avait pas tenu compte, dans ses formules relatives à la démonstration purement mécanique de l'équation $\int \frac{dQ}{T} = 0$, de la propriété en question, qui caractérise les actions moléculaires engendrant de la chaleur proprement dite, et que, dès lors, ces formules nous paraissaient incomplètes, au moins dans leur établissement. Nous serions heureux que l'éminent géomètre voulût bien nous donner une explication qui puisse soit nous confirmer dans notre idée, soit nous la faire modifier en faveur d'une autre plus satisfaisante.

§ VI. — Examen de l'hypothèse de l'unité d'essence et de l'unité de substance pour tous les corps de la nature.

» Si la loi des actions mutuelles des atomes était supposée la même pour toutes les substances, cette hypothèse reviendrait à admettre l'*unité d'essence* de la matière. Les atomes des diverses substances ne différeraient plus alors entre eux que par leurs masses.

» Si, à l'hypothèse d'*identité d'essence* des atomes, on joignait l'égalité de leurs masses, on arriverait à l'*unité de substance*.

» En pareille conjecture, tous les corps ne renfermeraient, en définitive, qu'une seule espèce d'atomes *primitifs*, identiques entre eux comme *essence* et comme *masse*. Leurs différences, tant physiques que chimiques, devraient s'attribuer en entier aux divers éléments et circonstances du mouvement vibratoire indépendants de l'état thermométrique; et alors toutes les substances de la nature seraient évidemment *allotropiques* ou au moins *polymériques*.

» Mais, d'après les lois rectifiées de Dulong et Petit et de Wœstyn, l'égalité de masse desdits atomes primaires entraînerait l'égalité des poids atomiques des corps simples actuels; car, en nous reportant aux formules

$KI = (n + n' + \ldots) ki$, et $K_1 I_1 = (n_1 + n'_1 + \ldots) ki$ de notre Note des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier, supposées appliquées aux corps en question regardés comme *décomposables* en atomes primaires, il viendrait $n + n' + \ldots = n_1 + n'_1 + \ldots$, puisque pour ces corps l'expérience donne, au moins en général, et après substitution des chaleurs spécifiques *absolues* aux chaleurs spécifiques *vulgaires*, $KI = K_1 I_1$. Conséquemment, ils renfermeraient le même nombre d'atomes primaires dans leurs atomes complexes actuels, qui dès lors devraient avoir même poids, à cause de l'égalité de masse desdits atomes primaires.

» On pourrait encore dire : de cette égalité de masse, il résulterait évidemment $I = (n + n' + \ldots) i$, et $I_1 = (n_1 + n'_1 + \ldots) i$. Or on déduirait de là $K = k$, et $K_1 = k$, et par suite $K = K_1$. En d'autres termes, tous les corps simples actuels devraient avoir même chaleur spécifique absolue, ce qui n'est pas.

» Donc, de l'un ou l'autre des deux raisonnements précédents, nous conclurons que l'*unité de substance* est impossible à admettre.

» Nous verrons ultérieurement que, de son côté, l'*unité d'essence* ne peut pas cadrer avec l'explication mécanique des principes de la Chimie moderne sur l'*atomicité*.

» Ces résultats ne concordent pas avec le dernier alinéa de 3°, § VI de notre Note précitée du 5 janvier dernier; mais la supposition que renferme cet alinéa était toute gratuite, et ne découlait pas des considérations antérieures contenues dans la Note.

» C'est en examinant si elle s'alliait avec les lois et les principes susmentionnés, que nous sommes arrivé aux présentes conclusions sur l'impossibilité de l'*unité de substance* et de l'*unité d'essence*.

» Toutefois ces conclusions n'infirment pas la supposition que les atomes des corps simples actuels soient décomposables en d'autres éléments *primaires;* mais alors ces éléments, tout en pouvant être identiques pour le même corps simple, devraient varier d'*espèce*, au moins en partie, d'un corps à l'autre.

» Les résultats que nous venons d'énoncer sont d'accord avec la manière de voir que M. Berthelot a émise dans sa remarquable étude sur l'isomérie, et a reproduite dans des Communications récentes à l'Académie. »

« M. Wurtz, à l'occasion du Mémoire de M. Ledieu, sur l'interprétation mécanique des propriétés physiques et chimiques des corps, appelle l'attention sur la simplicité et la grandeur de la conception théorique, qui

consiste à chercher dans les mouvements atomiques et moléculaires la source des forces qui résident dans la matière, et en particulier la cause des manifestations diverses des forces chimiques, affinité et atomicité. Il fait remarquer que l'idée de comparer les molécules chimiques à des systèmes planétaires a été exposée par M. Dumas il y a plus de trente ans (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXIII, p. 113; 1840). Il y a lieu de se féliciter que ces idées, fondées sur des considérations purement chimiques, aient pris aujourd'hui assez de corps pour que les géomètres puissent les soumettre au calcul. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur quelques observations thermométriques pendant l'hiver, dans les Alpes*; par M. E. **Frankland**.

« Les villages de Davos-Dörfli et de Davos-Platz, situés dans la vallée de Prätigaü, canton des Grisons en Suisse, ont acquis une réputation considérable comme stations de santé pour les personnes atteintes de maladies de poitrine. Ces villages sont placés à une hauteur d'environ 1650 mètres au-dessus de la mer et, par conséquent, à 150 mètres seulement plus bas que le sommet du Rigi. Le climat, pendant l'été, à Davos, est à peu près le même qu'à Potresina et à Saint-Moritz, dans les vallées élevées de l'Engadine, c'est-à-dire froid et éventé; mais sitôt que le Prätigaü et les montagnes environnantes se couvrent de la neige épaisse qui se maintient pendant tout l'hiver, comme cela a lieu dès le commencement de novembre, les conditions changent, et le climat de l'hiver devient très-remarquable. Le ciel est généralement sans nuage, et les rayons du soleil, quoique très-énergiques, étant cependant impuissants à fondre la neige, ont peu d'influence sur la température de la vallée ou des montagnes environnantes. En conséquence, il n'y a pas de courants d'air échauffé, et, comme la vallée est bien abritée des mouvements atmosphériques plus généraux, un calme complet s'établit jusqu'à la fonte des neiges, au printemps. J'ai passé une quinzaine de jours à Davos-Dörfli, pendant l'hiver dernier. J'y étais arrivé le 20 décembre 1873. Il y avait alors deux ou trois pieds de neige sur toute la partie plate de la vallée. J'ai commencé des observations thermométriques, dès le lendemain de mon arrivée, au moyen d'instruments qui avaient été préalablement vérifiés à l'Observatoire de Kiew. Les observations correspondantes m'ont été obligeamment fournies par M. Glaisher, de l'Observatoire royal. Les instruments employés étaient un thermomètre à mercure à boule noircie, dans le vide, pour la température solaire et un thermo-

mètre à mercure, à boule nue, à verre noir, pour la température à l'ombre. Le soleil se leva à Davos-Dörfli, le 21 décembre, à $8^h 35^m$, et se coucha à $3^h 25^m$ après midi. Les observations ne furent faites que pendant le jour.

» Le 21 décembre, le soleil était alternativement clair ou obscurci par des nuages. La température maxima au soleil était 45 degrés C. et la température au soleil, le même jour à Greenwich, était 21°,9 C.

» Le 22 décembre, le ciel fut bleu foncé et sans aucun nuage pendant tout le jour. Quinze minutes avant le lever du soleil, le thermomètre marquait, sur la neige, — 18°,3 C.; cinq minutes après le lever du soleil, beaucoup des malades de l'hôtel se promenaient au grand air, sans être très-couverts et beaucoup d'entre eux sans aucun par-dessus. On se trouvait fort à l'aise et très-chaudement assis, devant l'hôtel, avec un simple vêtement du matin. Le thermomètre, au soleil, passa pendant cette journée de 22° degrés C., à $8^h 45^m$ du matin, à 43 degrés C., à $1^h 45^m$ après midi. A l'ombre, il ne marqua jamais plus de — 1° C. Un thermomètre ordinaire placé dans une petite boîte de bois garnie de drap noir ouaté et couverte d'une glace de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur s'éleva à 105 degrés C. Ainsi, au milieu de l'hiver, les rayons non concentrés du Soleil, à Davos, sont capables de produire, dans des circonstances favorables, une température de 5 degrés C. au-dessus du point d'ébullition de l'eau, au niveau de la mer, ou même de 12 degrés C. au-dessus de ce point, à Davos où j'ai fait bouillir l'eau à 93 degrés C. pendant que le baromètre était à 627^{mm},3.

» Les observations faites les jours suivants, jusqu'au 4 janvier, furent de même nature. Le ciel resta presque constamment sans nuages et le Soleil très-brillant. Le 24 décembre, je montai au sommet de la passe de Huela, qui est à 755 mètres au-dessus de Davos, mais je ne trouvai pas la température du soleil remarquablement plus élevée à cette altitude. Le 30 décembre, à 8 heures du matin, le thermomètre sur la neige marquait — 26° 4', et pendant tout le jour il ne s'éleva pas plus haut à l'ombre que — 12°,8 C.; cependant, la température au soleil, passa de 25°,5 C. à 9 heures du matin, à 38°,5 C. à $1^h 30^m$ après midi, et la chaleur fut suffisante pour permettre aux malades de rester assis dehors, pendant tout le jour, et de prendre leur goûter en plein air. A Greenwich, la températnre la plus élevée au soleil, pendant cette journée, fut de 22°,9 C. et la plus basse à l'ombre, en y comprenant la nuit, fut — 4°,9 C.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces observations, c'est premièrement une température très-élevée au soleil coïncidant avec une température très-basse dans l'air et à l'ombre; secondement l'uniformité

comparative de la chaleur solaire depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher. Ainsi, le 29 décembre, tandis que la température de l'air était — 18°,1 C., le thermomètre au soleil donnait + 37° C. et, le jour suivant, la température de l'air étant de — 12°,8 C., celle du soleil s'éleva à 38°,5 C. La température du Soleil observée le 26 décembre donne encore un exemple de l'uniformité de la radiation solaire pendant le jour, quand le ciel reste sans nuages. Vingt-cinq minutes après le lever du soleil, le thermomètre solaire indiquait 31°,8 C.; à midi, il donnait 42°,5 C., et trente-cinq minutes avant le coucher du Soleil il indiquait 33°,1 C.

» Indépendamment de l'intensité de la radiation solaire et de son uniformité comparative pendant le jour, la raréfaction et le calme de l'air sont des causes importantes du climat particulier de Davos. Le baromètre étant maintenu à un point si bas, le poids de l'air en contact avec une surface donnée de la peau est à peu près d'un cinquième moins considérable qu'il ne le serait au niveau de la mer. La sécheresse excessive de l'air à Davos a probablement peu d'influence sur la sensation de chaud et de froid, parce que la proportion maximum de vapeur aqueuse que l'air contient vers zéro est faible partout, et que les chaleurs spécifiques de volumes égaux d'air et de vapeur aqueuse ne sont pas très-différentes. D'un autre côté, l'absence de toute particule d'eau en suspension dans l'air a une influence considérable pour prévenir le refroidissement de la peau. Ces particules d'eau n'existent pas seulement dans le cas d'un brouillard visible; l'air peut en contenir en très-grande quantité, même lorsqu'il conserve sa transparence. La réflexion des rayons solaires sur la neige a aussi une influence très-importante sur la température du Soleil.

» Lorsque j'étais à Ventnor, dans l'hiver de 1872-1873, je remarquai qu'une partie considérable de la chaleur totale, qui arrivait à une maison située sur un rocher près du rivage, était réfléchie par la mer. M. Dufour a depuis lors fait la même observation entre Lausanne et Vevay sur le lac de Genève (*Comptes rendus*, 30 juin 1873), et a mesuré la proportion de chaleur directe et réfléchie sur cinq points différents du rivage nord du lac.

» Le climat particulier de Davos, en hiver, paraît donc dépendre des conditions suivantes :

» 1° *Élévation au-dessus de la mer;*

» 2° *Neige épaisse et permanente pendant les mois d'hiver* qui réfléchit la chaleur du Soleil et prévient l'échauffement de l'air;

» 3° *Position abritée, favorable pour recevoir les rayons du Soleil, soit directs, soit réfléchis.*

» Dans ces remarques, je me suis strictement maintenu au point de vue physique; mais le malade qui cherche un refuge dans les Alpes y respire un air qui, ainsi que M. Pasteur l'a démontré, est bien plus pur de spores ou ferments que dans les parties basses, circonstance qui n'est probablement pas sans influence sur sa santé. »

M. **Cosson** fait hommage à l'Académie de sa « Notice biographique sur M. Antoine-François Passy », lue à la séance trimestrielle de l'Institut de France.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *de la Rive*.

Au premier tour de scrutin le nombre des votants étant 49,

M. Tchébychef (Tschebytschew) obtient.	26	suffrages.
M. de Baer	13	»
M. de Candolle.	8	»
M. Ollier.	1	»
M. Tholozan	1	»

M. **Tchébychef**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Guyon*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Ollier obtient.	37	suffrages.
M. Tholozan	6	»
M. Desgranges.	3	»
M. Stolz	1	»

M. **Ollier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'influence des ferments sur les maladies chirurgicales* (deuxième Note); par M. **Alph. Guérin**. (Extrait.)

« Dans une précédente Communication, j'ai dit que, dans le pansement que j'ai institué pour les grandes plaies, le pus ne renferme pas les éléments de la fermentation putride. J'ai, en effet, maintes et maintes fois, constaté qu'après un séjour de trente ou quarante jours dans la ouate le pus est sans odeur. Il a donc manqué des conditions qui président à la fermentation; on a pu croire que cela tenait à ce que la plaie était mise à l'abri du contact de l'air. Il n'en est rien, et il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances bien étendues en Physique pour comprendre que l'air doit être appelé à travers la ouate par la température de 37 degrés qui règne au fond de la plaie. J'aurais pu m'en tenir à ce que la Physique nous enseigne sur la diffusion des gaz. J'ai tenu à répondre péremptoirement à l'objection qui m'avait été faite.

» Quand du pus est mis à l'abri du contact de l'air, il peut être conservé indéfiniment, sans que sa composition subisse la moindre atteinte. Si donc je prouve que le pus enfermé dans la ouate se décompose, j'aurai prouvé que ma méthode diffère absolument de celle de l'occlusion.

» Depuis près de quatre ans, j'ai cent fois fait étudier par des micrographes habiles le pus sécrété sous la ouate à l'abri des ferments atmosphériques, et toujours on a reconnu que ses globules avaient disparu. Ce n'est plus du pus, mais une émulsion graisseuse; on y voit souvent des cristaux en aiguilles qui, parfois, acquièrent de grandes dimensions.

» Il me semble difficile d'expliquer cette transformation, sans faire intervenir l'action de l'oxygène de l'air. Cette intervention est encore prouvée par la nature chimique du pus qui, habituellement neutre, devient acide dans le pansement ouaté.

» On ne peut donc nier que l'air arrive à travers la ouate jusque sur les plaies; mais il y arrive dépouillé de ce qui produit la décomposition putride. Dans la crainte que l'absorption physiologique ne jouât un rôle dans la transformation du pus, j'ai fait une expérience qui me paraît très-concluante. J'ai renfermé du pus dans de la ouate; je l'ai mis dans une chambre chauffée à 20 degrés, et il a subi absolument la même transformation que lorsqu'il est en contact avec la chair vivante.

» Une autre expérience n'a pas moins de valeur : des morceaux de linge imbibés d'une solution d'un sel de plomb sont placés à des profondeurs variables du pansement; on dégage de l'acide sulfhydrique au-dessous, et très-vite les linges deviennent noirs. Enfin, M. Riban, chimiste habile, a bien voulu faire, à ma demande, une expérience analogue ; il a réuni deux flacons par un tube qu'il a bourré de ouate dans une étendue de 20 centimètres ; puis, ayant mis dans l'un un sel de plomb, il a mis dans l'autre de l'hydrogène sulfuré, sans exercer aucune pression, et, instantanément, la préparation est devenue noire.

» Il est donc démontré que l'air pénètre à travers la ouate, et que son oxygène y produit une décomposition chimique absolument différente de la fermentation putride.

» J'attache une grande importance à prouver que c'est en empêchant le contact des ferments atmosphériques sur les plaies que je suis parvenu à guérir les amputés dans quelque milieu qu'ils se trouvent ; car la guérison empirique serait sans doute un événement heureux, mais qui serait sans conséquence pour la pathogénie. L'idée, si elle est vraie, a une bien autre importance.

» Les chirurgiens qui, ayant adopté ma méthode, repoussent la théorie des ferments, n'ont pas maintenu leurs pansements assez serrés pour empêcher le pus de venir au contact de l'air; dans ce cas, le pus se putréfie, répand une odeur repoussante et contient des vibrions.

» Avant d'avoir mûrement réfléchi, quand le pus, traversant le pansement, venait faire tache à l'extérieur, je croyais m'opposer aux conséquences de l'action de l'air en lavant la tache avec de l'acide phénique ; mais je compris bientôt que par ce lavage je supprimais le filtre, et j'ai abandonné cette pratique que d'autres ont conservée. Il est une précaution que je n'ai jamais négligée et qui a une grande importance : je lave les plaies avec une solution d'acide phénique ou avec de l'alcool camphré, pour détruire les germes qui pourraient s'y déposer avant l'application de la ouate. Il y a donc des conditions qui ne peuvent pas être négligées impunément, et dont il faut tenir compte quand on veut juger la valeur de la méthode.

» On peut, à volonté, faire que du pus reste inodore dans la ouate, ou qu'il subisse la décomposition putride. Voici des expériences qui me paraissent avoir une valeur réelle : dans l'une, du pus est renfermé dans de la ouate de manière qu'il n'arrive pas au voisinage de l'air extérieur. Au bout de quarante-deux jours, on l'examine et l'on n'y trouve pas le moindre corpuscule animé.

» Dans cette expérience, pour recueillir le pus, de grandes précautions avaient été prises. J'avais préalablement recouvert l'abcès que j'allais ouvrir d'une couche de ouate, à travers laquelle j'avais passé un bistouri; les ferments de l'air n'auraient pu que bien difficilement se mêler au pus.

» Dans une autre expérience, je ne pris pas ces précautions. Je recueillis le pus dans un vase d'où je le versai dans de la ouate dont la couche peu épaisse permit au pus de se rapprocher de l'air extérieur, sans pourtant que l'enveloppe fût tachée. Au bout de trois semaines, le pus avait mauvaise odeur, et il contenait une grande quantité de vibrions.

» Cette expérience se renouvelle d'ailleurs chaque jour à l'hôpital : quand les pansements s'opposent au passage des ferments, il n'y a ni odeur ni vibrions. Quand ils ne sont pas suffisamment surveillés, ils exhalent une odeur infecte, et les vibrions s'y produisent.

» Je repousse donc les résultats annoncés par les médecins qui prétendent que la ouate n'empêche pas les vibrions de se produire dans le pus. D'où viendraient-ils? C'est toujours la question de la génération spontanée, qui ne peut être résolue que par des expériences bien faites.

» Je soutiens qu'il ne se produit pas de fermentation dans le pus qui n'est en contact qu'avec de l'air filtré; je le démontre expérimentalement, et mes expériences sont la confirmation de l'idée qui m'a guidé dans mes recherches.

» Je ne veux examiner dans cette Note que l'influence des ferments sur les plaies; mais, si la thèse que je soutiens est vraie, n'est-il pas évident que l'hygiène des hôpitaux reste tout entière à l'étude?

» Jusqu'ici, on a mesuré la salubrité d'un établissement sanitaire d'après le nombre de mètres cubes d'air qu'il renferme; on a calculé la quantité d'acide carbonique produit, et l'on a cru qu'avec la ventilation on devait diminuer la mortalité d'une manière notable. Je ne nie pas que la ventilation et une grande masse d'air ne soient des conditions favorables; mais, quand on a construit à grands frais un établissement comme l'hôpital Lariboisière, où la ventilation atteint la plus grande perfection, on n'est pas peu surpris d'apprendre que nulle part la mortalité n'est plus grande.

» Si l'on admet avec moi que ce sont des ferments contenus dans l'air qui empoisonnent les blessés, on comprendra que si les poussières qui couvrent les poutres et remplissent les interstices des parquets et des cloisons contiennent des ferments qui n'attendent que des conditions favorables pour devenir actifs, la ventilation qui apporte, sans doute, de l'air pur dans les salles, ne peut pas manquer de les souffler et de mettre les fer-

ments en suspension dans l'air, de manière qu'aucun blessé n'échappe à leur action. . . . .

» Les conditions de la fermentation putride me rappellent une observation ingénieuse qui a été faite dans le sein de l'Académie par un de ses Membres les plus éminents; M. Pasteur a pensé que la ouate concentre le pus en absorbant sa partie aqueuse, et lui donne ainsi une consistance qui s'oppose à la fermentation.

» Si je voulais soutenir cette opinion, je dirais que le pus des blessés, à la veille des premières manifestations de l'infection purulente, a une liquidité plus grande que le pus de *bonne nature;* mais on peut répondre que déjà le poison a pénétré l'économie tout entière, et que si le pus est altéré, c'est que le sang est déjà chargé des corpuscules animés qui vont produire des abcès multiples.

» On peut encore dire que, s'il suffisait que la partie liquide du pus fût absorbée pour s'opposer à l'action des ferments sur les plaies, les matières absorbantes dont on s'est servi, de tous temps, pour les pansements, auraient eu plus d'efficacité qu'on ne leur en a reconnu.

» Je ne nie pas l'explication de M. Pasteur, mais je ne saurais dire la part d'influence que la consistance du pus peut avoir sur les résultats obtenus. J'ai, d'ailleurs, commencé des expériences à ce sujet, et je serais heureux qu'elles fussent conformes à l'opinion du savant dont les travaux m'ont guidé dans les ténèbres où nous avions travaillé jusqu'ici. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'acide arsénique et de l'acide molybdique.* Note de M. **H. Debray.**

(Commissaires : MM. Henri Sainte-Claire Deville et Wurtz.)

« L'acide arsénique forme avec l'acide molybdique des combinaisons aussi complexes que les phosphomolybdates, et tout aussi bien définies qu'elles. J'ai montré, en 1868 (1), que l'acide phosphorique s'unissait à l'acide molybdique dans la proportion de 1 équivalent du premier pour 20 du second, pour former un acide jaune, soluble dans l'eau, qui précipite la potasse et l'ammoniaque de leurs dissolutions acides. Le sel am-

(1) *Comptes rendus*, 6 avril 1860.

moniacal jaune, $3AzH^4O, PhO^5 20 MoO^3$ (1) est le précipité bien connu à l'aide duquel on reconnaît ou l'on dose même l'acide phosphorique.

» Cet acide jaune n'est stable que dans des liqueurs neutres ou acides; les alcalis le dédoublent en molybdate alcalin et en phosphomolybdate blanc très-soluble, facilement cristallisable, dont la composition se représente par la formule générale $3RO, PhO^5, 5MoO^3 + Aq$. Les acides détruisent ces sels en reproduisant l'acide phosphomolybdique jaune et une certaine quantité d'acide phosphorique ordinaire. Je rappelle ces propriétés pour bien établir les analogies et les différences des deux séries de composés phosphorés et arséniés que j'ai découverts.

» I. H. Rose a montré que l'acide arsénique peut donner avec le molybdate d'ammoniaque, en solution azotique, un précipité jaune, comme celui que donne l'acide phosphorique ordinaire dans les mêmes circonstances. Il résulte de mes recherches que ce corps, non étudié jusqu'ici, est, comme son correspondant, le sel ammoniacal d'un acide jaune complexe, résultant aussi de la combinaison d'un équivalent d'acide arsénique avec 20 équivalents d'acide molybdique. Sa composition peut être représentée par la formule $3AzH^4O, AsO^5, 20MoO^3$.

» Pour retirer de ce sel l'acide arséniomolybdique jaune, il faut le faire bouillir avec de l'eau régale qui détruit l'ammoniaque; mais cette méthode, qui permet de préparer si facilement l'acide phosphomolybdique, est bien moins avantageuse pour l'acide arséniomolybdique, parce que ce composé se décompose partiellement sous l'influence de l'excès d'acide quand on l'évapore. La matière desséchée à une température plus ou moins élevée se compose toujours d'acide arséniomolybdique jaune non décomposé, d'acide molybdique insoluble et d'un autre acide arséniomolybdique, blanc, beaucoup plus riche que le jaune en acide arsénique. Cette matière est reprise par une petite quantité d'eau qui dissout les deux acides arséniomolybdiques très-solubles, et l'on filtre, après avoir ajouté un peu d'acide azotique pour empêcher la réduction des acides par la matière organique du filtre.

» La liqueur placée sous une cloche à dessécher devient sirupeuse et laisse déposer, peu à peu, un mélange de beaux cristaux jaunes et blancs assez volumineux pour qu'il soit facile de les séparer mécaniquement. J'indiquerai plus loin, pour l'acide blanc, un procédé plus commode de préparation.

---

(1) $H = 1, O = 8, Ph = 31, MoO = 48$.

» On comprendra, d'après ce qui précède, qu'il ne m'ait pas été possible d'obtenir beaucoup d'acide jaune: aussi son étude est-elle encore bien incomplète. Les cristaux de cet acide, obtenus dans des liqueurs nitriques, appartiennent au prisme doublement oblique; ils retiennent toujours une quantité notable d'acide azotique, qui rend incertaine la détermination de l'eau. La formule probable de cet hydrate est $AsO^5, 20MoO^3 + 27HO$ (15,2 pour 100 d'eau); mais je ne donne qu'avec réserve le nombre d'équivalents d'eau.

» L'acide phosphomolybdique cristallise aussi en prismes doublement obliques dans des liqueurs fortement acides (avec 13,3 pour 100 d'eau); dans l'eau pure, il donne de volumineux octaèdres réguliers d'un autre hydrate que je n'ai pas encore obtenu avec l'acide arséniomolybdique.

» L'acide arséniomolybdique donne aussi, dans les dissolutions acides de potasse, un sel cristallin jaune insoluble, $3KO, AsO^5, 20MO^3$, correspondant au sel de potasse de la série du phosphore.

» II. L'acide arséniomolybdique blanc a pour formule $AsO^5, 6MoO^3 + 16HO$; il cristallise, dans des dissolutions sirupeuses, en prismes rhomboïdaux droits. Si la dissolution contient un excès d'acide azotique, les cristaux deviennent opaques; ils conservent leur transparence, quand on les fait recristalliser dans l'eau pure. L'acide arséniomolybdique blanc est parfaitement stable en présence des acides; il s'unit aux bases sans se dédoubler; quand on le neutralise par un alcali, on obtient un précipité gélatineux, blanc, peu soluble dans l'eau froide et qui ne se dissout bien que dans les acides et les alcalis en excès. En neutralisant ce dernier, le précipité se reforme. On obtient également des précipités gélatineux en versant l'acide dans la plupart des dissolutions métalliques et neutralisant la liqueur, s'il est nécessaire, par un peu d'alcali. J'ai déterminé seulement pour le sel ammoniacal le rapport des quantités d'acide et de base contenus dans une certaine quantité de sel desséché à l'air; mes analyses assignent à ce composé la formule $4AzH^4O, AsO^5, 6MO^3 + Aq$, qui est probablement celle de tous ces composés gélatineux.

» Ces sels gélatineux sont solubles dans les acides qui les transforment en d'autres sels moins basiques, cristallisables, que l'on peut obtenir plus facilement, d'ailleurs, par d'autres procédés. Je parlerai seulement dans cette Note de deux de ces composés, du sel ammoniacal ($AzH^4O, AsO^5, 6MO^3 + 4HO$ et du sel de soude $NaO, AsO^5, 6MO^3 + 12HO$.

» On obtient rapidement l'arséniomolybdate blanc et acide d'ammoniaque, en mélangeant du molybdate d'ammoniaque en solution nitrique

avec une quantité théorique d'acide arsénique. La liqueur un peu concentrée, maintenue vers 50 ou 60 degrés dans une étuve, laisse déposer sur les parois du vase de gros octaèdres extrêmement brillants, qui dérivent du prisme droit à base carrée. A une température plus élevée, il se forme un peu d'arséniomolybdate jaune d'ammoniaque qui souille les cristaux blancs; à la température ordinaire, on obtient un sel plus hydraté et très-efflorescent.

» L'arséniomolybdate blanc et acide de soude ($NaO, AsO^5, 6MO^3 + 12HO$) s'obtient facilement en faisant bouillir avec de l'eau un mélange de carbonate de soude, d'acide molybdique et d'acide arsénique dans la proportion indiquée par la formule précédente; la liqueur filtrée et spontanément évaporée dans un air bien desséché devient sirupeuse, et laisse déposer, au bout de quelques semaines, de beaux cristaux prismatiques de sel de soude (prisme droit à base carrée.)

» III. C'est avec le molybdate d'ammoniaque blanc que l'on prépare l'acide arséniomolybdique correspondant; il suffit de faire bouillir ce sel avec de l'eau régale, ce qui donne d'abord le précipité jaune d'arséniomolybdate d'ammoniaque; mais ce précipité disparaît, et l'on obtient une dissolution que l'on peut évaporer sans précaution jusqu'à consistance sirupeuse. On achève l'évaporation dans l'air bien desséché; l'acide blanc se dépose alors en cristaux nets et volumineux. »

HYGIÈNE. — *Note sur l'emploi de la grenaille de fer pour remplacer la grenaille de plomb dans le rinçage des bouteilles;* par M. **Fordos.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 9 novembre dernier, j'ai démontré que la grenaille de plomb employée pour rincer les bouteilles laisse dans celles-ci, adhérant à la surface interne, du carbonate de plomb, que les lavages n'enlèvent pas, et qui se dissout dans les liquides alimentaires ou médicamenteux que l'on y introduit: de là des boissons plombifères plus ou moins nuisibles.

» On rencontre assez fréquemment, dans les bouteilles de vin, des grains de plomb oubliés, qu'on ne découvre souvent que lorsque l'on arrive à la fin de la bouteille; les personnes qui en ont bu en sont quelquefois légèrement indisposées.

» La quantité de plomb introduite accidentellement dans le vin peut être notablement augmentée, si, avant de descendre à la cave les bouteilles

rincées avec du plomb, on ne prend pas la précaution de n'y laisser aucune grenaille. Je tiens d'un tonnelier que, chaque jour, il rencontre, en pareil cas, des bouteilles contenant de la grenaille et souvent beaucoup; les grains de plomb, en présence de l'air et de l'humidité, produisent de la céruse qui adhère aux parois du verre, et n'est pas enlevée par les lavages; en se dissolvant dans le vin, elle le rend plus ou moins insalubre.

» Enfin, quand on vide une bouteille de vin contenant de la grenaille engagée, si on la descend à la cave sans la rincer et sans retirer les grains de plomb, ceux-ci, en présence de l'air et du vin resté dans la bouteille, donnent naissance à une quantité plus grande de sel de plomb que dans le cas précédent.

» Après la publication de mon premier travail sur ce sujet, j'ai cherché le moyen de remplacer la grenaille de plomb.

» J'ai fait couper des fils de fer en petits bouts de 4 à 5 millimètres, en prenant des fils de différents numéros. Les fils n° 16, 17 et 18 donnent une grenaille qui convient pour les fioles. J'ai employé pour les bouteilles une grenaille fournie par les numéros 20 et 22 : le n° 22 me paraît préférable. La grenaille de fer est, je ne dirai pas égale, mais supérieure à la grenaille de plomb, comme moyen de rinçage. Depuis deux mois on nettoie les fioles avec de la grenaille de fer à la pharmacie de l'hôpital de la Charité, et les fioles sont nettoyées plus promptement et mieux qu'avec de la grenaille de plomb; et depuis un mois la grenaille, n° 20 et n° 22, est employée par un tonnelier qui met chaque jour, en moyenne, cinq pièces de vin en bouteilles, et les résultats sont excellents. La grenaille de fer est d'un emploi facile et produit un nettoyage rapide et parfait. La grenaille est attaquée par l'oxygène de l'air pendant le rinçage, mais le composé ferrugineux qui prend naissance ne s'attache pas, comme la céruse, aux parois des bouteilles, et il est facilement entraîné par les eaux de lavage. Un peu de fer oxydé ne présente d'ailleurs aucun inconvénient pour la santé.

» Il reste, en effet, dans les bouteilles des traces de fer, et je me suis demandé si cette quantité de métal, si minime qu'elle soit, ne pourrait pas agir sur la couleur des vins. Les expériences nombreuses que j'ai faites avec différents vins rouges ne m'ont donné de modification apparente de couleur dans aucun cas ; il n'en a pas été tout à fait de même de *certains vins blancs*, dont la teinte a été légèrement modifiée, mais le changement de teinte a été toutefois si faible, que pour l'apprécier il a fallu comparer le vin expérimenté avec l'échantillon mis de côté avant l'expérience. Néanmoins, il serait peut-être prudent d'employer, pour rincer les bouteilles

destinées à recevoir du vin blanc de qualité supérieure, de la grenaille d'étain, comme cela se fait dans quelques fabriques pour les bouteilles à vin de Champagne.

» Si la grenaille de fer ne sert pas tous les jours, il est utile de la conserver dans une fiole pleine d'eau et bien bouchée. On pourrait, suivant le conseil de M. Dumas, ajouter à l'eau du carbonate de soude, de manière à avoir une solution alcaline qui retarde ou même empêche l'oxydation du fer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidon soluble.* Note de M. **Musculus.**

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Cl. Bernard, Cahours.)

« Les chimistes ne sont pas d'accord sur ce que l'on doit entendre par *amidon soluble.* Les uns considèrent comme tel la matière colorable en bleu par l'iode qu'on peut enlever à l'amidon au moyen de l'eau et que M. Vaegeli a appelée *granulose.* Pour les autres, la substance colorable en violet par l'iode, que M. Béchamp a obtenue en attaquant l'amidon avec de l'acide sulfurique, serait le véritable amidon soluble.

» La granulose, quoiqu'elle passe facilement à travers les filtres, n'est pas réellement soluble dans l'eau; car on peut la séparer par l'évaporation dans un état complétement insoluble même dans l'eau bouillante. L'amidon soluble de M. Béchamp est un mélange de plusieurs substances : on y trouve de la granulose, de l'amidon soluble, puis des produits de décomposition de l'amidon (dextrine, glucose ou glucosine), qui se forment toujours avec l'acide sulfurique.

» J'ai fait connaître, sous le nom de *dextrine globulisée*, insoluble dans l'eau froide (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 857), un corps que j'ai obtenu en dissolvant l'amidon dans l'eau acidulée bouillante et en évaporant, après saturation de l'acide et filtration, en consistance de sirop. Il se fait un dépôt abondant de granules insolubles dans l'eau froide et solubles seulement à 50 degrés, ce qui permet de les laver et de les débarrasser ainsi de la dextrine et de la glucose qui les accompagnent. Avec l'alcool on peut également leur enlever un peu de granulose qu'ils renferment encore. On possède alors de l'amidon soluble, entièrement pur; les granules qui le composent sont des grains d'amidon privés de leur organisation.

» L'énumération des propriétés de ce produit démontrera cette assertion : séché à l'air, il est blanc et ressemble à de l'amidon. Fraîchement lavé, il

est insoluble dans l'eau froide et ne réduit pas les sels de cuivre; mais, si on le laisse quelque temps en contact avec l'eau, il s'y dissout sensiblement, en même temps qu'il s'y forme un peu de sucre.

» Son pouvoir rotatoire est presque quadruple de celui de la glucose déshydratée. Il se dissout entièrement dans l'eau à 50 degrés et ne se précipite pas par le refroidissement. Par l'évaporation, on obtient un résidu qui a repris son insolubilité dans l'eau froide. Pour le redissoudre, on est obligé de chauffer jusqu'à l'ébullition, ou de le faire digérer avec de l'eau pendant une demi-heure au bain-marie à 100 degrés. L'alcool le précipite également de ses dissolutions et le restitue à l'état insoluble. On obtient le même résultat en faisant geler sa solution dans un mélange réfrigérant. Quand la glace est fondue, on le retrouve au fond du vase à l'état de précipité blanc.

» Quand il est mêlé avec de la dextrine et de la glucose, comme dans la liqueur mère où se sont formées les granules, toutes ces propriétés disparaissent. Quoique cette liqueur en contienne encore beaucoup, il est impossible de l'obtenir à l'état insoluble, mais, si l'on enlève une partie des substances étrangères par des précipitations fractionnées avec l'alcool, ses propriétés caractéristiques reparaissent.

» La dextrine du commerce, qui est un mélange analogue, se comporte de même. Avec l'alcool, j'ai pu en retirer des granules d'amidon solubles. On arrive à un meilleur résultat en évaporant sa solution en consistance de sirop et l'additionnant d'un peu d'alcool pour empêcher les moisissures. Au bout de quelques mois, il se forme un dépôt insoluble dans l'eau froide et jouissant de toutes les propriétés énumérées ci-dessus.

» Les granules artificiels d'amidon donnent avec l'iode toutes les couleurs que l'on obtient avec les grains naturels et de plus celle que fournit la dextrine, suivant la disposition de leurs molécules, disposition qu'on peut faire varier à volonté. Ainsi, une solution étendue prend une couleur rouge pur; quand elle est concentrée jusqu'à saturation, l'iode y fait naître une teinte violette.

» En mettant un excès d'iode dans une solution moyennement étendue de façon à obtenir une couleur foncée d'un rouge brun et en laissant évaporer à l'air libre, on voit la teinte virer de plus en plus au violet, et, quand la concentration est assez grande, on observe une magnifique coloration d'un bleu pur. Si l'on ajoute alors de l'eau, la couleur violette reparaît pour être remplacée bientôt par le rouge pur.

» Au lieu de concentrer le liquide rouge par l'évaporation, on peut y ajouter un sel neutre, avide d'eau, comme le chlorure de calcium séché, et l'on arrive au même résultat. Si l'on abandonne cette solution bleue à elle-même pendant vingt-quatre heures, il se fait un dépôt d'un bleu noir qui a acquis alors assez de cohésion pour résister à l'action dissolvante de l'eau froide.

» Le précipité paraît se dissoudre dans l'eau; il n'en trouble pas la transparence et passe très-bien à travers les filtres, mais il se dépose de nouveau au bout de très-peu de temps. Ce sont là, tout à fait, les propriétés de la granulose iodée. On peut en conclure que, dans ces deux corps, la disposition des molécules est la même, et qu'ils ne diffèrent que par le degré de cohésion.

» La granulose artificielle iodée peut, en effet, être détruite par une légère élévation de température; elle entre en dissolution dans l'eau où elle est suspendue et ne se colore alors qu'en rouge avec l'iode, tandis que la granulose naturelle résiste à l'ébullition, comme nous l'avons vu, et continue à se teindre en bleu avec l'iode.

» Les granules artificiels ressemblent de même aux grains d'amidon naturels. On sait que ceux-ci ne se colorent pas avec une petite quantité d'iode; la couleur bleue n'apparaît que si l'on en met un excès.

» De même les granules artificiels restent blancs avec peu d'iode, mais si on les triture dans un mortier avec un peu d'iode, il se produit une masse d'un bleu pur.

» Quand on dissout l'amidon incomplétement soit avec la diastase, soit avec l'acide acétique monohydraté bouillant, les fragments qui ont résisté le plus longtemps ne se colorent plus en bleu avec l'iode, mais prennent une teinte qui varie du jaune au rouge orange.

» Les granules artificiels donnent les mêmes teintes si l'on augmente leur cohésion, ce que l'on peut faire, comme je l'ai dit, en les dissolvant dans l'eau et en évaporant à siccité.

» Il résulte de ces réactions la preuve de l'identité de l'amidon soluble et de l'amidon naturel; il faut encore en conclure que la dextrine colorable en rouge par l'iode n'est que de l'amidon.

» *Action de la diastase.* — La diastase dédouble l'amidon soluble de la même manière que l'amidon naturel, mais bien plus facilement et avec beaucoup plus de netteté.

» D'après les travaux de plusieurs chimistes (Payen, Schwarzer, Schulze)

et d'après mes propres expériences, quand on fait agir la diastase sur l'amidon, toute coloration avec l'iode disparaît, quand on est arrivé au quart de la saccharification; puis, en augmentant la quantité de diastase, la saccharification continue jusqu'à la moitié, point qu'on ne peut pas dépasser d'une façon sensible. Dans mes premières expériences, j'avais cru qu'il n'était pas possible de saccharifier plus du tiers de l'amidon avec la diatase.

» Avec l'amidon soluble, le point d'arrêt au tiers de la saccharification ne se présente plus. La réaction avec l'iode disparaît dès qu'on est arrivé au quart; puis, en ajoutant encore un peu de diastase, on arrive rapidement jusqu'à la moitié : la production de sucre s'arrête alors comme avec l'amidon naturel.

» Une opinion très-répandue, et qui a été introduite dans la science par M. Vaegeli, consiste à regarder l'amidon comme essentiellement composé de cellulose mêlée avec un peu de granulose. M. Béchamp a trouvé que la dextrine obtenue avec la cellulose a un pouvoir rotatoire moindre que la dextrine de l'amidon.

» J'ai également préparé de la dextrine de cellulose en dissolvant du coton dans de l'acide sulfurique concentré, suivant le procédé connu. J'ai ensuite saccharifié cette dextrine avec de l'eau acidulée bouillante et j'ai trouvé que, pendant cette transformation, le pouvoir rotatoire ne change pas. De l'amidon, traité de la même manière, m'a, au contraire, fourni une dextrine, dont le pouvoir rotatoire a baissé de plus de la moitié par la saccharification. Il résulte de là que la dextrine de la cellulose a le même pouvoir rotatoire que le sucre, qui en dérive, ce qui n'a pas lieu pour celle de l'amidon.

» Je ferai, du reste, remarquer que toutes les dextrines du sucre d'amidon paraissent avoir un pouvoir rotatoire au moins double de celui du sucre lui-même.

» Déjà, la glucose fraîchement dissoute et surtout la glucose déshydratée ont, comme on le sait, un pouvoir rotatoire double de celui de la glucose préalablement fondue avec un peu d'eau; seulement, cette propriété ne persiste pas.

» J'ai préparé, il y a deux ans, une dextrine de la glucose, en traitant ce sucre par l'acide sulfurique concentré, puis par l'alcool à 95 degrés (*Bulletin de la Société chimique*, t. XVIII, n° 2). Cet anhydride a également un pouvoir rotatoire double de celui de la glucose, et ce pouvoir est persistant.

» Je n'ai pas encore obtenu de sucre de cellulose assez pur pour pouvoir le comparer au sucre d'amidon; mais il est certain que la différence entre leurs pouvoirs rotatoires n'est pas considérable, de sorte que l'isomérie ne se manifesterait clairement que dans leurs dextrines.

» Je me propose de rechercher si d'autres sucres que l'on regarde comme identiques à la glucose (glucoses du miel et des fruits, sucre de diabète, etc.) ne présentent pas le même genre d'isomérie.

» En les transformant en dextrines par le procédé que j'ai indiqué plus haut, on pourra obtenir un produit très-peu coloré et presque pur. La vérification sera donc facile. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la transmission de l'irritation d'un point à un autre dans les feuilles des* Drosera, *et sur le rôle que les trachées paraissent jouer dans ces plantes.* Note de M. **M. Ziegler.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Lorsque l'on irrite un ou plusieurs poils de la ligne médiane d'une feuille de *Drosera*, tous les autres poils s'inclinent, peu à peu, vers le point irrité, et ce sont surtout les longs poils de la circonférence qui décrivent alors un très-grand mouvement. Comment l'irritation des poils centraux se communique-t-elle aux poils de la circonférence. Voilà le problème que j'ai entrepris de résoudre.

» Il y a près de quarante ans que M. Meyer a signalé une trachée qui traverse dans toute leur longueur les poils des *Drosera*. Or ces trachées, dont les fonctions physiologiques ne sont pas encore connues, pourraient bien être les éléments anatomiques chargés de transmettre dans les plantes les irritations d'un point à un autre. Pour mieux étudier ces trachées et pour les suivre, pas à pas, dans l'intérieur de la plante, je me suis servi d'individus de *Drosera intermedia* qui s'étaient développés depuis plusieurs mois dans la lumière diffuse d'un appartement bien éclairé. Les feuilles qui sont nées dans ce milieu artificiel sont un peu étiolées, beaucoup plus diaphanes, et n'ont rien perdu pour cela de leur irritabilité. Pour examiner la disposition des trachées, je passe d'abord les feuilles à l'eau pour les débarrasser de la glu, puis je les laisse sécher sur une lame de verre, en les recouvrant d'un verre mince; enfin je couche une de ces feuilles parfaitement sèche sur un peu de chloroforme. Quand la feuille est bien imbibée, je la remets sur une lame de verre, et, avant que le chlo-

roforme ait eu le temps de s'évaporer, je recouvre la feuille de baume du Canada sec dissous dans du chloroforme. La feuille prend alors une très-belle transparence, et les trachées, qui sont impénétrables au chloroforme, étant restées remplies d'air, se dessinent en noir. Quand on n'a pas sous la main une pareille dissolution de baume du Canada, on peut faire usage du procédé suivant, qui permet de distinguer les trachées avec beaucoup de netteté, quoique très-peu colorées. Quelques gouttes d'alcool sont déposées sur la lame de verre, une feuille bien sèche est couchée dessus; quand elle en est bien imbibée, l'alcool est enlevé tout autour avec une fine pipette. Quelques gouttes d'eau sont mises alors sur la feuille, et cette addition est renouvelée fréquemment pendant dix minutes ou un quart d'heure. L'excédant d'eau à côté de la feuille est enlevé avec la pipette, et la feuille est recouverte d'eau gommée de la consistance du miel. Le verre mince étant appliqué dessus, on laisse sécher.

» A l'aide de ces préparations, j'ai pu constater que du sommet du noyau de chaque glande part une trachée qui suit l'axe du poil, traverse la feuille et le pétiole et va se rendre dans la tige. Les trachées qui partent des poils de la région médiane de la feuille se réunissent en un faisceau qui traverse l'axe du pétiole. De chaque côté de la feuille, les trachées des poils des parties latérales se réunissent pareillement en faisceaux qui traversent le pétiole en longeant ses bords. Ces trois faisceaux pénètrent dans la tige; un peu au-dessous de l'aisselle de la feuille, ils se réunissent, et en décrivant une petite courbe ils se dirigent vers le conduit médullaire qu'ils longent en allant vers la racine. Dans la feuille, outre les trachées qui vont aux poils, le faisceau médian possède deux trachées qui, sans communiquer avec aucun poil, vont, en passant par la partie supérieure de la feuille, s'unir, l'une au faisceau de droite, l'autre au faisceau de gauche. C'est la seule communication qui existe dans la feuille entre les trois faisceaux de trachées.

» Comme je n'ai trouvé dans ces feuilles, outre les trachées et les filaments qui les accompagnent, aucun autre élément que de grosses cellules, j'ai été conduit à me demander si ce n'est pas par les trachées que les irritations se transmettent, et comme elles ne présentent pas d'anastomoses, j'ai dû me demander si cette transmission ne se fait pas par l'intermédiaire d'un centre commun situé ailleurs que dans la feuille. Pour élucider cette question, j'ai fait l'expérience suivante: J'ai fait sur un certain nombre de feuilles à mi-hauteur du limbe, tantôt la section du faisceau de trachées

de droite, tantôt celle du faisceau de gauche. A la hauteur même de la section, j'ai irrité quelques poils de la ligne médiane et j'ai constaté que les poils situés au-dessous de la section, du côté du pétiole, étaient paralysés et restaient immobiles, tandis que tous les autres poils se sont inclinés vers le point irrité. On peut tirer de cette expérience les conclusions suivantes :

» 1° Que dans les *Drosera* c'est bien par les trachées ou les fibres qui les entourent que l'irritation est transmise d'un poil à un autre;

» 2° Que les mouvements des poils de la circonférence des feuilles ne sont pas des mouvements réflexes provoqués par une irritation partie d'un centre situé ailleurs que dans la feuille; si ces mouvements étaient réflexes, c'est-à-dire réfléchis par les trachées, ce seraient les poils situés au-dessus de la section qui seraient paralysés. L'absence d'anastomoses conduit à penser que les trachées ou les fibres qui les entourent doivent communiquer entre elles latéralement par leurs points de contact.

» La blessure faite à la feuille par la section des trachées ne dérange pas visiblement les fonctions des poils. Un poil situé à $\frac{1}{5}$ de millimètre au-dessus de la section exécute parfaitement tout son mouvement, et des poils situés à une distance également petite au-dessous de la blessure sont paralysés totalement.

» Il convient pour l'étude des *Drosera* de donner toujours la préférence à la *Drosera intermedia;* on peut mieux y suivre le mouvement des poils, ces derniers y étant moins nombreux. Les trachées aussi y ont une disposition plus favorable, et ce qui donne surtout un grand avantage à cette espèce sur la *Drosera rotundifolia*, c'est la plus grande transparence des glandes qui permet de voir au microscope avec une grande netteté la structure anatomique de ces organes, pourvu que l'on se serve de plantes un peu étiolées. »

M. **H. Blanc** adresse une Note sur les moyens de prévenir et de traiter le choléra, en réponse à la Communication faite à l'Académie, par M. Pellarin, dans la séance du 23 février 1874. L'auteur soutient que le principe contagieux est exclusivement contenu dans les évacuations; le choléra n'est jamais transmis par l'haleine ou par le toucher des cholériques. Mais si une chambre est petite et sa ventilation insuffisante, ou si de nombreux cas sont réunis ensemble, l'air renfermera une certaine quantité de particules ou d'émanations des évacuations cho-

lériques qui, venant en contact avec les muqueuses, s'introduiront dans l'économie.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Broyer** adresse l'indication d'un remède contre le Phylloxera.

M. **Bouille** adresse à l'Académie l'indication d'un moyen préventif contre le Phylloxera.

M. **Montjottard** demande que les procédés qu'il applique contre le Phylloxera soient examinés.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Favier** adresse une Note sur un moyen de préserver la vigne des atteintes de la gelée.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Thenard.

M. **Secretan**, dans une Lettre adressée à l'Académie, prie les Membres de la Commission du Passage de Vénus de vouloir bien examiner l'objectif astronomique qu'il a présenté, ainsi qu'un objectif nouveau qui pourrait être comparé utilement à ceux dont la Commission dispose.

MM. les Secrétaires perpétuels, après avoir constaté le désir, manifesté par l'Académie, que le Rapport sur ces objectifs puisse lui être soumis dans un court délai, insistent à cette occasion sur l'intérêt spécial que mérite M. Secretan, surtout après le sinistre dont sa maison vient d'être frappée.

MM. les Secrétaires perpétuels ajoutent, au nom de la Commission du Passage de Vénus, dont ils font partie, que M. Secretan a toujours montré le plus grand empressement à lui fournir tous les appareils nécessaires, et n'a cessé de rechercher, en les construisant, selon la tradition constante de la maison dont il est le représentant et l'héritier, plutôt l'honneur que le bénéfice.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *A. Richard*, ayant pour titre : « Étude du cheval de service et de guerre » (5e édition) ;

2° Un Mémoire de M. *A. Marvaud* sur « les Aliments d'épargne : Alcool et boissons aromatiques ».

Ce Mémoire est renvoyé à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.

MÉCANIQUE. — *Sur le choc des corps.* Note de M. G. Darboux, présentée par M. Bertrand.

« Dans l'ancienne théorie du choc des corps élastiques, on décomposait le phénomène en deux portions, l'une pendant laquelle les corps se compriment, l'autre pendant laquelle il y a décompression, et l'on admettait que les percussions reçues par les deux corps dans les deux portions du choc sont rigoureusement égales.

» Dans la séance du 19 janvier 1874, M. Resal s'est proposé de donner la solution complète du problème, en admettant seulement que la force vive totale a la même valeur avant ou après le choc, ce qui est de toute évidence si l'on fait abstraction du frottement, des déformations permanentes et des mouvements vibratoires de toute nature qui subsistent après le choc. Les résultats obtenus de cette manière sont d'une telle simplicité, ils offrent par eux-mêmes un tel intérêt, qu'il m'a paru utile de les démontrer, en partant seulement du principe des forces vives étendu avec les modifications convenables au cas où il y a des percussions.

» Soit M un point matériel de masse m soumis à l'action d'une percussion ; soient v, v_0 ; v_x, v_y, v_z ; v_{0x}, v_{0y}, v_{0z} les grandeurs absolues et les composantes de la vitesse à la fin et au début de la percussion : on aura

$$(1)\quad m(v_x - v_{0x}) = \int_0^t X\,dt,\quad m(v_y - v_{0y}) = \int_0^t Y\,dt,\quad m(v_z - v_{0z}) = \int_0^t Z\,dt.$$

» Multiplions ces équations respectivement par $\frac{v_x + v_{0x}}{2}$, $\frac{v_y + v_{0y}}{2}$, $\frac{v_z + v_{0z}}{2}$

et ajoutons-les, nous obtiendrons la relation

$$(2)\qquad \frac{mv^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}=\frac{v_x+v_{0x}}{2}\int_0^t \mathrm{X}\,dt+\frac{v_y+v_{0y}}{2}\int_0^t \mathrm{Y}\,dt+\frac{v_z+v_{0z}}{2}\int_0^t \mathrm{Z}\,dt.$$

Le second membre de cette formule a une signification très-simple. Si la force dont les composantes sont X, Y, Z agissait pendant toute sa durée sur un mobile animé de la vitesse *constante*, dont les composantes sont $\frac{v_x+v_{0x}}{2}$, $\frac{v_y+v_{0y}}{2}$, $\frac{v_z+v_{0z}}{2}$, son travail élémentaire serait

$$\mathrm{X}\frac{v_x+v_{0x}}{2}dt+\mathrm{Y}\frac{v_y+v_{0y}}{2}dt+\mathrm{Z}\frac{v_z+v_{0z}}{2}dt,$$

et son travail total dans l'intervalle de zéro à t serait représenté par le second membre de l'équation (2). On a donc la proposition suivante :

» I. *Quand une percussion agit sur un point matériel, la demi-variation de force vive est égale au travail que produirait cette percussion, si pendant toute la durée de son action le point matériel conservait une vitesse constante égale à la demi-somme géométrique des vitesses initiale et finale.*

» Multiplions maintenant les équations (1) par v_x, v_y, v_z et ajoutons-les. Nous obtiendrons

$$(3)\qquad \frac{mv_0^2}{2}-\frac{mv^2}{2}=\sum\frac{m(v_x-v_{0x})^2}{2}-v_x\int_0^t \mathrm{X}\,dt-v_y\int_0^t \mathrm{Y}\,dt-v_z\int_0^t \mathrm{Z}\,dt.$$

Cette équation interprétée comme la précédente conduit à cette nouvelle proposition.

» II. *La perte de force vive est égale à la force vive due à la vitesse perdue moins le double du travail que produirait la percussion si le point matériel conservait une vitesse constante et égale à la vitesse finale, pendant toute la durée de la percussion.*

» Ces propositions remplacent le théorème des forces vives; elles s'étendent d'ailleurs sans difficulté à un système quelconque qu'on peut toujours considérer comme composé de points matériels. La première conduit, par exemple, à l'équation suivante :

$$(4)\qquad \sum\frac{mv^2}{2}-\sum\frac{mv_0^2}{2}=\sum\left(\int_0^t \mathrm{X}\,dt\,\frac{v_x+v_{0x}}{2}+\int_0^t \mathrm{Y}\,dt\,\frac{v_y+v_{0y}}{2}+\int_0^t \mathrm{Z}\,dt\,\frac{v_z+v_{0z}}{2}\right),$$

c'est-à-dire :

» III. *La demi-variation de la force vive totale d'un système est égale à*

la somme des travaux que produiraient les percussions tant intérieures qu'extérieures, si chacun des points d'application de ces percussions conservait pendant la durée de leur action une vitesse constante égale à la demi-somme géométrique de ses vitesses initiale et finale.

» L'importance de cette proposition tient à ce que, toutes les fois que les percussions intérieures, nécessairement deux à deux égales et contraires d'après le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, s'exercent entre deux points assujettis à demeurer à une distance constante, les termes correspondant à ces percussions disparaissent de l'équation (4). Je ne m'arrête pas à la démonstration de ce point, qui est d'ailleurs toute semblable à celle que l'on emploie pour prouver que dans les mêmes conditions deux forces égales et contraires ne produisent pas de travail. En l'admettant donc, nous voyons que les percussions intérieures disparaissent de l'équation (4) toutes les fois que l'on considère un corps solide, et l'on obtient cette nouvelle proposition :

» IV. *Quand des percussions agissent sur un corps solide, la demi-variation des forces vives est égale à la somme des travaux que produiraient les percussions extérieures, si leurs points d'application conservaient pendant toute la durée des percussions une vitesse constante en grandeur et en direction, égale à la demi-somme géométrique des vitesses initiale et finale.*

» Les remarques analogues aux précédentes s'appliquent à l'équation (3) et conduisent à la proposition qui suit :

» V. *Dans les mêmes circonstances, la perte de force vive est égale à la force vive due aux vitesses perdues par tous les points, diminuée du double du travail que produiraient les percussions extérieures, si leurs points d'application prenaient, dès le début, une vitesse constante égale à leur vitesse finale.*

» Cela posé, soient (M), (M′) deux corps solides se choquant en un point A. L'effet du choc peut se représenter par deux percussions égales et contraires, dirigées suivant la normale en A aux surfaces en contact, l'une $\int N dt$ appliquée au corps (M); l'autre $-\int N dt$ appliquée au corps (M′). Soient w, w_0 les composantes suivant la normale en A de la vitesse initiale et de la vitesse finale du point de (M) qui se trouve en A; w', w'_0 les mêmes quantités relatives au corps (M). En appliquant l'équation (4) aux deux corps (M), (M′) successivement, on aura

$$\sum_{M} \frac{mv^2}{2} - \sum_{M} \frac{mv_0^2}{2} = \int N dt (w_0 + w),$$

$$\sum_{M'} \frac{mv^2}{2} - \sum_{M'} \frac{mv_0^2}{2} = -\int N dt (w'_0 + w').$$

» En ajoutant ces deux équations, on aura la variation totale de la force vive par la formule

$$(5) \qquad \sum \frac{mv^2}{2} - \sum \frac{mv_0}{2} = \int \mathrm{N}\,dt(w + w_0 - w' - w'_0).$$

» Si les corps sont parfaitement élastiques, cette perte de force vive doit être nulle

$$(6) \qquad w + w_0 = w' + w'_0 \quad \text{ou} \quad w - w' = w'_0 - w_0,$$

c'est-à-dire *la vitesse relative des deux points de contact doit être changée de signe par le choc*, ce qui est la règle qu'il s'agissait de démontrer.

» Ce premier point étant admis, décomposons le choc en deux parties par la condition que les intégrales $\int \mathrm{N}\,dt$, relatives à ces deux parties, soient égales. Les percussions imprimées aux corps solides dans les deux parties du phénomène ainsi divisé sont égales et agissent suivant la même droite. Donc, d'après les règles connues de l'effet des percussions, la vitesse imprimée à chaque point de l'un quelconque des solides est la même en grandeur et en direction dans les deux parties du choc.

» Cette remarque permet de déterminer les composantes normales des deux vitesses au point de contact à la fin de la première partie du choc; car, soit u cette composante normale pour le corps (M) : on devra avoir, d'après ce qui précède,

$$w_0 - u = u - w,$$

équation qui exprime que la composante normale varie de la même quantité dans les deux parties du choc. Donc

$$(7) \qquad u = \frac{w + w_0}{2},$$

et, de même,

$$u' = \frac{w' + w'_0}{2},$$

et, par suite, d'après l'équation (6),

$$u = u'.$$

Ainsi, quand l'intégrale $\int \mathrm{N}\,dt$ a acquis la moitié de sa valeur définitive, les vitesses normales aux deux points de contact sont égales. Si le choc cesse à ce moment-là, on est dans le cas des *corps mous*, d'où l'on voit que la percussion est, dans ce cas, deux fois moindre que si les corps étaient élastiques. C'est le point qu'on admettait dans l'ancienne théorie.

» Remarquons enfin que, si nous nous bornons à ce cas des corps mous,

les points en contact ayant la même vitesse dans les deux corps après la percussion, les travaux des percussions, tels qu'ils sont employés dans la proposition V, sont égaux et de signes contraires. Cette proposition nous donne donc le théorème de Carnot.

» Dans le choc des corps mous, la perte de force vive est égale à la force vive due aux vitesses perdues.

» Il résulte de ce qui précède que, dans les calculs, on peut se contenter d'examiner les corps élastiques. Les percussions, rotations, vitesses imprimées aux deux corps sont, dans le cas des corps mous, la moitié de celles qui se produisent quand les corps sont élastiques. L'étude seule du choc des corps élastiques fera donc, si l'Académie veut bien le permettre, le sujet d'une nouvelle Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du Soleil.* Note de M. J. VIOLLE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai entrepris depuis plusieurs mois, par différentes méthodes, des expériences ayant pour but de déterminer la température du Soleil. Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de lui soumettre aujourd'hui les premiers résultats de mes recherches.

» Les mesures de chaleur solaire peuvent se faire par deux méthodes différentes. Dans une première méthode, un thermomètre est placé successivement pendant des temps égaux à l'ombre, puis au Soleil, et l'on suit dans chaque cas la marche de l'instrument : c'est la *méthode dynamique*, la méthode du pyrhéliomètre de Pouillet. Dans une seconde méthode, on laisse le thermomètre soumis à la radiation solaire tout le temps nécessaire pour que la température accusée par l'instrument devienne stationnaire, et l'on note alors à la fois la température de l'instrument et celle de l'enceinte : c'est la *méthode statique*, celle à laquelle paraissent s'être arrêtés aujourd'hui la plupart des physiciens s'occupant de mesures de chaleur solaire. Je ne parlerai pour le moment que de cette méthode, et j'en examinerai d'abord le principe.

» Soit une enveloppe sphérique maintenue à une température constante t, et soit, au centre de cette sphère, la boule d'un thermomètre, boule que je supposerai pour un instant infiniment petite. L'enceinte est enduite de noir de fumée, ainsi que la boule du thermomètre. Supposons l'équilibre de température établi. L'enceinte envoie alors au thermomètre une quantité de chaleur Sa^t, a étant la constante de Dulong ou $1,0077$, et le thermomètre

renvoie à l'enceinte la même quantité de chaleur Sa^t. Perçons maintenant dans l'enceinte sphérique une ouverture circulaire ω de dimensions telles qu'elle soit vue du centre sous l'angle même qui mesure le diamètre apparent du Soleil, et dirigeons cette ouverture vers le Soleil. Il est manifeste, d'après la loi de la variation de l'intensité calorifique en raison inverse du carré de la distance, que l'action réelle du Soleil sur la boule du thermomètre est identique à celle qu'exercerait un petit disque de surface ω, placé à l'ouverture même de notre sphère, ce petit disque ayant même température et même pouvoir émissif que le Soleil. Nous pouvons donc définir la température du Soleil par la température qu'il faudrait attribuer à ce disque imaginaire, doué du pouvoir émissif du noir de fumée, pour produire sur le thermomètre le même effet que produit réellement le Soleil. Soit x la température du Soleil ainsi définie, soit θ la température stationnaire du thermomètre recevant par l'ouverture ω la radiation solaire; la quantité de chaleur émise par le thermomètre, qui était Sa^t à la température t, est devenue actuellement Sa^θ, et, en écrivant que cette quantité de chaleur est égale à la somme des quantités de chaleur émises par l'enceinte et par le Soleil, on a immédiatement

$$Sa^\theta = Sa^t + \omega a^x.$$

C'est précisément l'équation telle que l'écrit M. Vicaire; mais cette équation a été établie sous des réserves dont il faut maintenant nous affranchir. La boule du thermomètre a nécessairement des dimensions finies, et par suite, nécessairement aussi, on doit élargir l'ouverture par laquelle pénètrent les rayons solaires, pour leur permettre d'arriver sur toute la boule; de là une double complication.

» Considérons donc maintenant une ouverture d'admission Ω assez large pour que la boule du thermomètre reçoive sur tout un hémisphère les rayons du Soleil. Chacun des points de cette boule sera, si le diamètre de la boule est suffisamment petit par rapport à celui de l'enceinte, très-sensiblement dans les mêmes conditions; de sorte que, pour nous rendre compte de l'état actuel de l'appareil, il suffit de considérer un point quelconque de la boule du thermomètre. Ce point est soumis : 1° à la radiation de toute la portion conservée de l'enceinte; 2° à la radiation du Soleil, laquelle est équivalente à celle d'une surface ω, placée à une distance égale au rayon de l'enceinte et maintenue à la température même du Soleil; 3° à la radiation de toute une portion du ciel, voisine du Soleil, laquelle agit comme une surface $\Omega - \omega$ à une température inconnue y. L'équation

exacte est donc

$$S a^0 = S a^t + \omega a^x + \Omega a^y.$$

» J'indiquerai dans une prochaine Note comment, en faisant varier Ω au moyen de diaphragmes percés d'ouvertures de dimensions connues, on peut déterminer assez exactement ce terme de correction Ωa^y. On aura d'ailleurs une idée de la grandeur de ce terme par le résultat suivant, que je citerai seul aujourd'hui.

» Le 14 mars 1874, le ciel étant très-beau, bien que la terre fût couverte de neige, à 1 heure de l'après-midi, la quantité de chaleur arrivant du Soleil à la surface du sol, à Grenoble, était la même que celle qu'eût donnée un disque de même diamètre apparent que le Soleil, de pouvoir émissif maximum, et à la température de 1238 degrés. La température de l'air était de + 1° et la pression barométrique 758 millimètres. Dans ces conditions, le diamètre de l'ouverture d'admission étant 25 fois environ le diamètre apparent du Soleil, la portion du ciel voisine du Soleil et vue de la boule du thermomètre agissait comme une surface Ω chauffée à près de 100 degrés, l'enceinte étant à 9°,2. Les intensités totales des trois radiations envoyées au thermomètre par les surfaces S, ω et Ω étaient alors sensiblement proportionnelles aux nombres 15, 1 et 0,1.

» Il ne sera pas sans intérêt, et j'ai déjà quelques mesures sur ce point, de comparer à différentes époques et surtout à différentes altitudes la radiation de cette portion du ciel voisine du Soleil et dont l'illumination présente parfois une intensité remarquable. Peut-être y retrouvera-t-on une portion de la chaleur perdue par les rayons directs dans leur passage à travers notre atmosphère. »

PHYSIQUE. — *Études sur les chronographes électriques et recherches sur l'étincelle d'induction et les électro-aimants.* Note de M. **Marcel Deprez**, présentée par M. Bertrand.

« Lorsqu'on veut mesurer la durée d'un phénomène très-rapide, tel que le mouvement d'un projectile, on a recours à des appareils connus sous le nom de *chronographes*, et qui ont pour but d'enregistrer les instants successifs du passage d'un mobile devant des points de repère déterminés. Dans tout chronographe, il y a trois genres distincts d'organes qui ont des fonctions différentes à remplir :

» 1° Un mécanisme qui a pour but d'imprimer au papier un mouvement plus ou moins rapide;

» 2° Un système d'organes enregistreurs qui doivent laisser une trace sur le papier au moment où le mobile, dont on veut étudier le mouvement, passe devant les points de repère qui leur correspondent;

» 3° Un appareil enregistrant des intervalles de temps égaux.

» Le nombre des combinaisons proposées pour satisfaire à ces différentes conditions est très-grand, mais on peut subdiviser les chronographes en deux classes :

» 1° Ceux dans lesquels on suppose connue à l'avance la loi du mouvement du papier et qui dispensent, par conséquent, de l'emploi d'un mécanisme destiné à enregistrer les subdivisions égales de l'unité de temps. Tels sont les chronographes basés sur la loi du mouvement d'un pendule, ou d'un corps grave tombant en chute libre, et qui sont dus à MM. Martin de Brettes, Navez, Vignotti, Leroux, Leboulangé, etc.

» 2° Ceux dans lesquels on imprime au papier un mouvement sensiblement uniforme, au moyen d'un mécanisme d'horlogerie. La vitesse du papier est d'ailleurs connue rigoureusement à chaque instant, par suite de l'enregistrement à sa surface des oscillations d'un pendule ou, mieux encore, des vibrations d'un diapason dont le mouvement est entretenu indéfiniment. Tels sont les chronographes de MM. Martin de Brettes, Schultz, Noble, etc.

» J'ai été appelé à faire, depuis deux ans, une étude approfondie de ces appareils, afin de les rendre aptes à enregistrer, avec une grande précision, vingt points de la courbe représentative de la pression des gaz de la poudre dans une bouche à feu.

» J'ai employé, dans mes recherches, un chronographe Schultz appartenant à la classe (2°). Le mouvement du diapason était entretenu par le procédé de M. Mercadier. L'enregistrement des instants successifs du phénomène à étudier se faisait au moyen de l'étincelle d'induction dont l'emploi a été proposé pour la première fois par M. Martin de Brettes.

» Le premier objet de mes recherches a été de déterminer le retard de l'étincelle d'induction, c'est-à-dire de l'intervalle de temps qui s'écoule entre la rupture du courant inducteur et l'explosion de l'étincelle. Le procédé que j'ai employé pour cela consiste à faire rompre le circuit inducteur par le cylindre même du chronographe qui porte, à cet effet, sur sa base un secteur isolant en ébonite. On commence par faire tourner le cylindre avec une extrême lenteur, et l'on obtient une certaine trace au moment où le secteur isolant rompt le circuit inducteur; puis on lance le cylindre à une grande vitesse (qui, dans mes expériences, a atteint 10 mètres

par seconde), et l'on obtient une nouvelle trace produite par l'étincelle qui frappe le cylindre pendant ce mouvement rapide; la distance des deux traces fait évidemment connaître le retard cherché.

» Je ne saurais exposer ici tous les résultats de ces recherches qui ont été fort longues. Je me bornerai à dire qu'elles ont montré que de tous les procédés d'enregistrement l'étincelle d'induction est de beaucoup le plus rapide, le retard étant généralement inférieur à $\frac{1}{10000}$ de seconde. Mais en présence de cette instantanéité presque absolue, l'étincelle présente de graves inconvénients qui rendaient son emploi presque inadmissible dans les circonstances où j'étais placé. En effet, sa production est très-capricieuse et dépend beaucoup de la manière dont se fait la rupture du courant inducteur; elle présente des déviations dont le sens et la grandeur échappent à toute prévision. Elle est presque toujours multiple et frappe un grand nombre de points du cylindre; sa trace sur ce dernier prend alors l'apparence d'une comète suivie d'une queue d'étincelles de plus en plus petites, ce qui diminue beaucoup la précision des lectures. Lorsque la vitesse du cylindre est très-grande, sa trace devient très-incertaine; enfin elle exige l'emploi d'une bobine d'induction de grandes dimensions et du prix de 300 francs. Malgré tous ces inconvénients, qui en rendent l'emploi fort délicat, elle aurait peut-être été préférée aux autres modes d'enregistrement, à cause de son instantanéité, si l'on avait pu produire avec une seule bobine d'induction un nombre extrêmement grand d'étincelles dans une seconde. Malheureusement il n'en est pas ainsi. Le nombre des étincelles que l'on peut produire dans une seconde n'excède pas deux à trois cents, et encore faut-il pour cela une forte pile et une très-petite distance explosive. Or cela était bien au-dessous des conditions qui m'étaient imposées, puisqu'il fallait pouvoir produire deux signaux consécutifs se succédant à $\frac{1}{10000}$ de seconde d'intervalle. Il aurait donc fallu avoir recours à un nombre de bobines d'induction et de circuits indépendants égal au nombre de points de la courbe que je voulais enregistrer, c'est-à-dire qu'il eût fallu employer vingt bobines et vingt piles indépendantes. Cela eût conduit à la construction d'un appareil très-coûteux, très-encombrant et d'un maniement très-difficile. C'est cependant la solution adoptée par M. le capitaine Nobel, dans ses recherches sur le mouvement des projectiles dans les bouches à feu. Aussi son appareil atteint-il le prix énorme de 25,000 francs, et encore ne comporte-t-il que dix bobines.

» J'ai donc dû étudier les autres procédés d'enregistrement électrique, qui sont l'emploi du papier électrochimique et les électro-aimants. Je n'ai

que peu de chose à dire du papier électro-chimique; il a été abandonné après avoir été accueilli avec une grande faveur, parce que la trace électro-chimique présente une terminaison très-incertaine; elle paraît même être notablement inférieure à l'étincelle d'induction.

» Quant aux électro-aimants, ils paraissaient complétement inadmissibles dans les circonstances particulièrement difficiles où j'étais placé, et c'est cependant à leur emploi que je me suis arrêté, après de longues recherches, qui ont été couronnées d'un succès complet. Je suis arrivé en effet à mesurer la durée d'un phénomène avec une erreur moindre que $\frac{1}{50000}$ de seconde, et cela avec des appareils très-petits, très-simples et peu coûteux. C'est le résultat de ces recherches que je me propose d'exposer dans une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur les mouvements de l'air dans les tuyaux.* Note de M. Ch. Bontemps.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une seconde Note sur les expériences commencées à l'Administration des lignes télégraphiques en 1871, afin de rechercher les conditions de fonctionnement du système de correspondance désigné sous le nom de *télégraphie pneumatique*.

» L'expédition des dépêches dans ce mode de transport se fait au moyen de curseurs poussés dans les tubes par l'air comprimé. Dans la pratique, on a intérêt à connaître la relation qui existe entre la vitesse des curseurs et le travail de la machine produisant l'air comprimé. Pour arriver à découvrir cette relation, il faut décomposer la question et rechercher d'abord *la loi* du mouvement de l'air dans les tuyaux.

» L'observation, à l'aide d'un chronographe enregistreur, du passage du curseur à des repères fixes disposés sur le tube révèle deux faits :

» 1° Lorsque l'état permanent est établi, la vitesse du curseur est uniforme (1).

» 2° L'écart de deux pistons, qui ont un mouvement commun dans le tube, se maintient dans toute la portion du trajet à partir de laquelle existe le régime.

» A ce propos, il convient de remarquer que, lorsqu'une machine placée à la bouche d'un tube lui fournit régulièrement l'air que celui-ci débite pour pousser le curseur, il arrive, après un intervalle court succédant au

(1) Ce fait a été confirmé par M. Sabine, qui l'a vérifié aussi sur des appareils anglais.

moment de l'expédition, que le manomètre placé à l'origine du tube *se fixe*. On tire de cette indication la notion d'un état permanent succédant à une période d'état variable.

» Nous nous attacherons d'abord au cas de l'état permanent. Le moyen de le réaliser est simple : il faut produire un débit en renouvelant, au moyen d'une pompe marchant continuellement, l'air qu'on dépense.

» Les deux faits cités plus haut autorisent une supposition : le mouvement de l'air n'est-il pas celui d'un fluide de *densité constante* dans lequel, par conséquent, la pression et la température varient proportionnellement?

» S'il en est ainsi, on peut être tenté de faire l'application, à cette nouvelle classe de phénomènes, de la loi d'Ohm, qui régit le courant galvanique. Rappelons sommairement que, suivant cette loi, la distribution de la tension électroscopique (potentiel) est représentée par une droite inclinée sur l'axe des abscisses (longueurs comptées sur le conducteur), et que l'intensité du courant est mesurée par l'inclinaison de cette droite, ou, si l'on veut, par le rapport de l'ordonnée extrême (force électromotrice ou différence de potentiel) à la *longueur réduite* du circuit (résistance).

» Pour donner du corps à la fiction qui rattacherait au mouvement d'un fluide impondérable celui d'un fluide matériel, nous raisonnerons au point de vue où s'est placé M. Edlung, dans le but de fournir une représentation figurée du courant galvanique.

» M. Edlung explique la loi d'Ohm, en partant de cette conception, que le courant est une translation d'éther. Pour lui, les termes qui entrent dans la formule classique $1 = \frac{R}{E}$ s'interprètent ainsi : I est l'intensité du courant, c'est-à-dire la quantité d'électricité ou d'éther qui passe par seconde; on écrit : $I = (d \times u)$, d étant la densité de l'éther, u la vitesse du mouvement de translation; d et u restant constants séparément dans toute l'étendue du circuit.

» E est la différence de tension produite par l'action de la pile.

» R est la résistance pour l'unité d'intensité de courant. Un avantage de cette interprétation, c'est que la résistance est envisagée, ainsi que dans l'hydraulique, comme une contre-pression opposée à la pression motrice, et qu'elle est proportionnelle à l'intensité du courant.

» Pour nous, dans le cas de l'air, la formule d'Ohm s'interpréterait ainsi :

» I est la quantité *en poids*, d'air passant par seconde;

» E est la charge sous laquelle se fait l'écoulement, c'est-à-dire la diffé-

rence de *pression* entre l'air sortant du corps de pompe et l'air atmosphérique. Nous supposons ici que le tube débite dans l'atmosphère, et que la pompe puise aussi à ce réservoir commun ; pour suivre l'analogie du courant électrique, nous serons dans le cas d'une pile alimentant un conducteur, le pôle négatif de la pile étant en contact avec la terre, le pôle positif relié à l'une des extrémités du conducteur, l'autre extrémité se trouvant en relation avec la terre.

» Une conséquence de nos prémisses, c'est que E représentera aussi, à une constante près, la différence de *température* entre l'air comprimé et l'air atmosphérique. R sera la résistance pour l'unité d'intensité de courant, définie comme dans l'électricité ; ce terme fera entrer en ligne la nature du fluide et les dimensions de l'enveloppe par une relation que nous indiquerons ultérieurement.

» Avant de passer aux preuves par la voie des expériences, nous ferons une remarque pour aller au-devant d'objections qui se présenteront en foule.

» Comment admettre cette variation de température proportionnelle à la variation de pression (perte de charge), lorsqu'on voit, dans le cas de la pratique où ce réservoir de pression est maintenu à la température ambiante, les effets de chaleur très-peu accentués sur le parcours de la conduite? Nous rappellerons, à ce propos, que la loi d'Ohm subit une modification importante quand le courant électrique est exposé à des dérivations ; nous montrerons qu'on peut traiter, par la méthode qui convient à ce cas, les problèmes de rayonnement de chaleur qui se présentent dans l'étude de l'écoulement de l'air.

» Nous dirons encore que, si les résultats annoncés semblent au premier abord différents des formules connues, ces formules sont assez diverses entre elles pour qu'il n'y ait pas témérité à supposer que cette diversité même est de nature à révéler les points omis dans les expériences antérieures ; nous espérons tirer de la discussion de ces travaux une confirmation des théories d'Ohm et de Fourier. »

BALISTIQUE. — *Études sur les propriétés des corps explosibles* ; par M. F.-A. ABEL. Quatrième Mémoire (1). (Extrait.)

« Les résultats obtenus dans les diverses expériences relatives à la transmission de la détonation ont amené l'auteur à essayer de déterminer la

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 105, et t. LXXVIII, p. 1227, 1301 et 1362.

vitesse avec laquelle se transmet la détonation dans des conditions diverses. Il s'est servi, pour cela, du chronoscope électrique, inventé par le capitaine A. Nobel, cet appareil ayant déjà fourni des résultats satisfaisants, dans la détermination de la vitesse des projectiles dans l'intérieur d'un canon, entre les mains de la Commission que le gouvernement anglais avait chargée des études sur les substances explosibles.

» Dans cette série d'expériences, on a opéré avec du coton-poudre comprimé sec ou mouillé, avec du coton-poudre mêlé de nitrate de potassium, avec de la nitroglycérine ou de la dynamite, enfin avec de petites charges de coton-poudre insérées dans des tubes et séparées par des espaces intermédiaires considérables. Les disques de coton-poudre sec, de coton-poudre mouillé et ceux de coton-poudre mélangé de nitrate, employés dans ces expériences, avaient en général 76 millimètres de diamètre, et ils étaient disposés, soit en rangées continues ou traînées, l'un touchant l'autre, soit en rangées espacées par des intervalles définis et uniformes. On a aussi employé une rangée continue de disques, ayant 31 millimètres de diamètre, et reposant sur le côté, de sorte qu'ils représentaient une masse cylindrique continue. Au commencement de la traînée, un mince fil métallique isolé, faisant partie du circuit électrique primaire, et dont la soudaine rupture donne sur le chronoscope l'indication électrique de la vitesse de transmission, était fortement tendu sur le premier disque, et rigidement fixé au contact immédiat de la substance dont on voulait provoquer l'explosion. D'autres fils métalliques semblables étaient fixés de la même manière, à des distances uniformes de $0^m,304$, $0^m,605$, $1^m,219$ et $1^m,828$ les uns des autres. Pour déterminer la vitesse de transmission de la détonation dans des tubes, on employa des tuyaux à gaz en fer forgé, de 31 millimètres de diamètre; on y pratiqua, aux intervalles voulus, de petites perforations par lesquelles on fit passer les fils métalliques isolés. Les disques de coton-poudre auxquels la détonation devait être transmise, furent insérés dans les tubes, de manière à les mettre en contact immédiat avec ces fils bien tendus. Les traînées de dynamite furent arrangées de la même manière que celles du coton-poudre, et l'on employa celui-ci en charges comprimées de 76 millimètres de longueur et de 25 millimètres de diamètre, placées au bout ou bien à des distances définies les unes des autres. La nitroglycérine fut placée dans une auge en forme de V, à travers les parois de laquelle on fit passer transversalement aux intervalles voulus les fils métalliques isolés, de sorte qu'ils étaient immergés dans le liquide explosible.

» Les résultats d'expériences nombreuses avec le coton-poudre comprimé ont démontré que la vitesse de transmission de la détonation d'une masse à l'autre, lorsqu'elles sont en contact immédiat, varie entre 5320 mètres à 6080 mètres par seconde, et que cette vitesse est affectée par la densité de la matière explosible, mais qu'elle ne l'est ni par la différence de forme, ni par la disposition de chacune des masses de coton-poudre, ni par de considérables variations dans le poids de ces masses. Les expériences faites avec des disques de coton-poudre *espacés* ont démontré que la séparation des masses peut retarder la vitesse de transmission, et que la mesure de ce retard est déterminée par le rapport entre le poids de chacune des masses et l'étendue de l'espace qui les sépare. Avec du coton-poudre comprimé, contenant 15 pour 100 d'humidité, on a obtenu des résultats qui indiquaient une vitesse de transmission de la détonation, légèrement supérieure à celle qui est donnée par cette substance de même densité prise à l'état sec. Mais, lorsqu'on emploie du coton-poudre saturé d'eau, la vitesse de transmission de la détonation augmente d'une manière très-sensible ; elle était d'environ 6097 mètres par seconde avec du coton-poudre, lequel, dans l'état sec, donna une vitesse de transmission d'environ 5320 mètres. Avec du coton-poudre *nitraté*, mélange comprimé de cette substance et de salpêtre, la vitesse de transmission, comme on devait s'y attendre, est décidément inférieure à celle qu'on obtient avec la substance pure à l'état sec; elle varie entre 4712 mètres et 4864 mètres par seconde.

» Les résultats obtenus avec la dynamite et la nitroglycérine, comparés à ceux que donne le coton-poudre, présentent des différences fort intéressantes, que l'on doit attribuer à la nature liquide de la substance explosible. La dynamite employée était sous forme de rouleaux ou cylindres comprimés, semblables en fermeté et en solidité à de l'argile ferme, mais peu plastique. On forma des rangées ou traînées de ces charges juxtaposées, bout à bout, et pressées ensemble de manière à ne former que des masses continues de $8^m,533$ et de $12^m,80$ de longueur. On les fit détoner au moyen d'une amorce fulminante du même genre que celle qu'on avait employée pour le coton-poudre, insérée dans un petit cylindre de coton-poudre ou dans une cartouche de dynamite, et que l'on plaça à l'une des extrémités de la traînée. La vitesse de transmission de la détonation varia entre 5928 mètres et 6566 mètres par seconde; elle était par conséquent décidément supérieure à celle obtenue avec du coton-poudre sec comprimé, et bien certainement égale à celle obtenue avec du coton-poudre saturé d'eau.

» Cependant la séparation des cartouches ou cylindres, par des inter-

valles de 13 millimètres, eut pour effet un retard bien plus considérable que celui qui était résulté d'une séparation identique pour des masses de coton-poudre comprimé. La vitesse moyenne de transmission le long des masses de dynamite espacées, dans une expérience remarquable par la grande uniformité de la vitesse dans les différentes parties de la traînée, ne fut que de 1896 mètres par seconde. Avec des masses de coton-poudre du même poids et de la même longueur que les cartouches de dynamite, et séparées par des intervalles de 13 millimètres, la vitesse moyenne de transmission, dans deux expériences, fut de près de 5180 mètres par seconde. En employant la nitroglycérine à l'état pur, c'est-à-dire liquide, la détonation étant déterminée à une extrémité des traînées, au moyen d'une cartouche de dynamite, la vitesse de transmission obtenue ne fut que de 1672 mètres par seconde. Ces résultats furent les mêmes dans deux expériences, bien que, dans l'une d'elles la quantité de nitroglycérine sur une longueur donnée de la traînée fût double de celle employée dans l'autre (1).

» Il se pourrait que, si l'on augmentait considérablement la quantité de nitroglycérine employée, la vitesse de transmission de la détonation augmentât aussi ; mais il n'y a pas de doute que la mobilité et l'élasticité du liquide, et, par suite, la facilité avec laquelle il cède à une force mécanique, lorsqu'il n'est pas renfermé, n'agissent de manière à contrarier la transmission de la détonation dans une masse de nitroglycérine, *librement exposée* à l'action du détonateur.

» M. Abel espère avoir les moyens et l'occasion d'étendre ces intéressantes expériences, et de rechercher quel serait l'effet produit sur la vitesse de transmission de la détonation le long de masses continues de nitroglycérine aussi bien que de coton-poudre, ces agents explosibles étant renfermés dans des vases clos, tels que des tubes à paroi épaisses.

» Les détails numériques fournis par ces expériences prouvent suffisamment la confiance que méritent les résultats obtenus dans les déterminations de vitesse ; elles démontrent l'uniformité de vitesse dans la transmission de la détonation le long de traînées d'une longueur considérable, composées de masses distinctes de la substance explosible, même lorsque des intervalles séparent ces masses les unes des autres. Avec des traînées

---

(1) La quantité de nitroglycérine employée sur une longueur donnée de la traînée correspondait à celle qu'on avait employée dans certaines expériences faites avec le coton-poudre et qui avaient donné pour résultat une vitesse de transmission de la détonation variant entre 5487 mètres et 6400 mètres par seconde.

de $12^m,18$ à $15^m,23$ de longueur, la détonation voyageait pour les deux derniers mètres avec la même vitesse que dans la première partie de la traînée.

» Les chiffres suivants représentent les vitesses de transmission de la détonation le long d'une traînée, composée de disques de coton-poudre comprimé, contenant 30 pour 100 d'eau; ces vitesses étant mesurées à des intervalles successifs de $1^m,85$ étaient : $5928^m,3$; $5925^m,3$; $5901^m,8$; $6084^m,3$.

» Il n'en était pas ainsi de la transmission de la détonation dans des tubes à des masses de coton-poudre séparées par de grands intervalles. Le temps écoulé entre la détonation de la charge initiale à l'une des extrémités du tube et celle de la première charge placée à 1 mètre de distance était quelque peu variable et correspondait à une vitesse de 3000 mètres à 3900 mètres par seconde; la vitesse de transmission subséquente d'une charge à l'autre était passablement uniforme, mais considérablement inférieure, la moyenne n'étant que de 1800 mètres par seconde.

» Dans une expérience faite avec des charges réduites, la détonation se transmit, comme à l'ordinaire, aux trois premières masses séparées; mais, la quatrième masse et les suivantes firent simplement explosion sans détoner. Les portions du tube où elles étaient placées ne furent point endommagées, mais les fils métalliques furent brisés à l'endroit occupé par chacune des charges, indiquant une vitesse de transmission de l'*explosion* d'une masse à l'autre de 450 mètres à 640 mètres par seconde.

» Ces expériences, effectuées avec des tubes, ont montré que, lorsqu'il existe entre la quantité de la substance explosible, le diamètre du tube et l'intervalle qui sépare les charges un rapport suffisant pour assurer la transmission de la détonation, la vitesse de cette transmission est d'environ le tiers de celle que l'on obtient en opérant sur une masse continue ou sur une traînée de masses de la même substance. »

CHIMIE. — *Note sur la décomposition du tungstate et du molybdate de soude par le sel ammoniac;* par M. F. Jean.

« Dans le but d'obtenir de l'acide tungstique, je fis bouillir une solution de tungstate de soude avec du sel ammoniac. Il se produisit un fort dégagement d'ammoniaque, et, après quinze à vingt minutes d'ébullition, je vis apparaître dans la liqueur, restée limpide jusqu'alors, de petits cristaux blancs, brillants, très-denses, dont la quantité augmenta avec la durée de l'ébullition.

» J'ajoutai à diverses reprises du sel ammoniac pour saturer la soude du tungstate, et je prolongeai l'ébullition pendant plus d'une heure, sans pour cela voir cesser le dégagement d'ammoniaque. Je pris alors la réaction de la liqueur, et, contrairement à ce que j'attendais, j'obtins une réaction nettement acide.

» Je laissai refroidir la solution, et j'en séparai le précipité, formé dans le cours de l'ébullition, et qui avait augmenté notablement pendant le refroidissement.

» Cette matière cristalline offre une réaction acide; elle est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, d'où elle se précipite par le refroidissement en lamelles brillantes. Traitée par l'acide azotique, elle abandonne de l'acide tungstique d'un jaune pur; soumise à la calcination au rouge, elle dégage de l'ammoniaque et laisse un résidu verdâtre, à reflets métalliques, d'acide tungstique mélangé d'une petite quantité d'oxyde bleu de tungstène. Sa solution aqueuse n'est pas précipitée par l'azotate d'argent ammoniacal.

» Cette matière présente donc les caractères d'un tungstate acide d'ammoniaque; après avoir été desséchée à l'étuve à 100 degrés, elle offre la composition suivante :

Acide tungstique..................................	89,856
Ammoniaque (AzH^3, HO)................................	8,258
Eau combinée..................................	1,886

composition presque identique à celles du tungstate octogone et du paratungstate d'ammoniaque cristallisé à chaud, analysés par M. Marignac.

» La liqueur séparée par filtration du tungstate acide d'ammoniaque n'offre qu'une réaction légèrement acide. Portée de nouveau à l'ébullition, elle dégage de l'ammoniaque, laisse déposer une certaine quantité de précipité cristallin et accuse une réaction acide très-nette. Refroidie, puis filtrée, elle ne présente plus qu'une faible acidité. Traitée par l'alcool, cette liqueur donne un précipité blanc amorphe d'un tungstate d'ammoniaque très-peu acide, soluble dans l'eau froide. Dans la solution aqueuse de ce sel, l'acide azotique produit un précipité jaunâtre et l'azotate d'argent un précipité blanc qui se dissout dans l'acide azotique et ne se reforme pas par une addition d'ammoniaque.

» Le molybdate de soude, soumis à l'ébullition avec le sel ammoniac, se décompose de la même manière que le tungstate de soude. Le sel acide, précipitable à chaud, est amorphe; par la calcination au rouge, il dégage son

ammoniaque et laisse un résidu d'un noir bleuâtre composé d'acide molybdique et d'une certaine quantité de deutoxyde de molybdène. Si, avant de calciner ce sel, on le traite par l'acide azotique, on obtient de l'acide molybdique pur.

» Ce molybdate acide d'ammoniaque présente la composition suivante :

Acide molybdique	87,50
Ammoniaque	7,85
Eau combinée	4,65

qui correspond sensiblement à la formule $(AzH^3HO)^2 (MbO^3)^5, HO$.

» Si, dans la liqueur séparée du molybdate acide, on ajoute une grande quantité d'alcool, on obtient une masse cristalline qui, desséchée à 100 degrés, renferme

Acide molybdique	78,70
Ammoniaque	11,10
Eau	10,20

» Le tungstate et le molybdate de soude se décomposent donc d'une manière identique, lorsqu'ils sont maintenus en ébullition avec le sel ammoniac ; le chlore du chlorure d'ammonium sature la base du sel métallique dont l'acide se combine immédiatement avec l'ammoniaque mise en liberté, pour former un sel alcalin qui, ainsi que l'a signalé M. Persoz pour le tungstate d'ammoniaque, se transforme sous l'influence de l'ébullition en un sel acide, qui perd aussi de l'ammoniaque, puisque, bien que la solution soit franchement acide, elle dégage encore de l'ammoniaque à l'ébullition. J'ai, du reste, reconnu que la même chose avait lieu, lorsqu'on dessèche ce sel à — 100°. Ces faits rendent compte des différences que peut présenter la composition du tungstate acide d'ammoniaque.

» Comme la décomposition du tungstate et du molybdate de soude par le sel ammoniac offre la réaction assez remarquable d'une liqueur acide qui dégage de l'ammoniaque, à l'ébullition, et de sels ammoniacaux prenant naissance dans une solution sodique, elle m'a paru digne d'être signalée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la constitution des argiles.*
Note de M. TH. SCHLŒSING.

« Dans une Communication récente, j'ai donné le moyen de déterminer la proportion d'argile dans une terre arable : il consiste à traiter la terre successivement par un acide étendu, l'eau pure et l'eau alcalisée.

L'argile entre en suspension, et peut être séparée des sables qui l'accompagnent.

» Aujourd'hui, je ferai connaître quelques faits nouveaux, relatifs à la constitution des argiles, et découverts à la suite d'une observation que je vais indiquer.

» Lorsqu'on agite avec une baguette de verre une liqueur chargée d'argile, le tourbillonnement des veines liquides est, le plus souvent, très-nettement indiqué par une multitude de reflets de la lumière, indice certain de la présence de paillettes cristallines ; cet effet est encore mieux marqué, quand on multiplie les veines par des coups secs de l'agitateur au sein du liquide, dans le voisinage de la paroi du vase.

» Si cette expérience était faite aussitôt après la mise en suspension de l'argile, on pourrait attribuer l'effet observé à des parcelles très-fines de sables micacés ; mais elle réussit encore aussi bien lorsque le liquide, reposé pendant vingt-quatre heures, est séparé du dépôt sableux par décantation. Si on l'abondonne de nouveau au repos pendant plusieurs jours, on en extrait encore un dépôt qui présente cette singularité, de ne se former que sur une étroite bande circulaire bordant le fond du vase. Séparé du liquide et délayé dans l'eau pure, ce dépôt est miroitant à un haut degré; recueilli sur un filtre et soumis à l'action d'une température croissante, il perd de 7 à 12 pour 100 d'eau entre 150 degrés et la chaleur rouge; l'analyse-t-on ensuite, on le trouve essentiellement composé de silice et d'alumine, avec un peu de magnésie et de 2 à 4 pour 100 de potasse : c'est donc un silicate d'alumine hydraté, comme l'argile, mais de plus cristallin.

» Les argiles dites *plastiques* déposées en amas ou en couches dans divers terrains géologiques présentent, en général, les mêmes phénomènes, quand elles ont été traitées de la même manière.

» Il y a donc deux sortes d'argile essentiellement différentes : l'une, cristalline, se comporte au sein de l'eau comme toute poussière minérale et tend à se déposer; l'autre, amorphe, demeure en suspension dans l'eau alcalisée.

» La première peut bien atteindre un extrême degré de ténuité : j'ai rencontré, en effet, des argiles qui miroitent encore après un mois de repos; peut-être les particules cristallines sont-elles retenues et comme portées par l'argile amorphe. Toutefois, si déliées qu'elles puissent être, ces particules sont des agglomérations cristallines révélées par des reflets lumineux, et, d'ailleurs, visibles sous le microscope.

» La seconde, au contraire, semble se diviser à l'infini dans l'eau alcalisée. Le microscope ne peut saisir, dans le liquide, que des parcelles de matières solides évidemment étrangères.

» Les dépôts, formés à la longue par les argiles cristallines, ne prennent, en séchant, qu'un degré de cohésion comparable à celui que toute poudre minérale acquiert en pareil cas : les argiles amorphes, au contraire, possèdent à un haut degré les caractères qui définissent l'argile; elles durcissent par la dessiccation ; elles cimentent énergiquement les sables qu'elles enveloppent; elles sont éminemment plastiques. Leurs propriétés permettent, je crois, de les classer parmi les corps colloïdaux. Comme eux, elles soudent, elles *collent,* se délayent, se divisent dans l'eau et y demeurent suspendues, mais en sont précipitées par de très-faibles quantités de sels et d'acides divers, semblables en cela à la silice et à l'alumine colloïdales, préparées par Graham; enfin elles se combinent avec des corps essentiellement colloïdaux, comme les humates des terres arables.

» Quant aux argiles cristallines, il n'y a pas lieu d'être surpris de leur existence et de leur extrême diffusion. On sait depuis longtemps que les kaolins sont composés de particules cristallisées dont les formes on été définies à l'aide du microscope.

» En retrouvant cette espèce dans les terres arables et les argiles, je ne fais que généraliser une observation déjà ancienne et peut-être trop oubliée.

» En réalité, le kaolin, ou plutôt les argiles cristallines (il y en a plusieurs espèces différant par leur composition), est infiniment plus répandu qu'on ne l'a cru jusqu'ici, en ne considérant que des gisements restreints. Entre le kaolin et ces argiles, il doit y avoir communauté d'origine; mais les conditions locales leur ont fait des destinées différentes. L'une est restée à la place où elle a été formée, elle y a gardé sa pureté; les autres ont été entraînées par les eaux, charriées, disséminées et finalement déposées à l'état de mélange avec des argiles plastiques et une foule d'autres matériaux pulvérulents.

» On comprendra sans peine comment cette diffusion des argiles cristallines est restée ignorée jusqu'à présent. Lorsqu'on coagule par un sel calcaire ou un acide une argile miroitante suspendue dans l'eau, les reflets de lumière disparaissent à l'instant même où la coagulation est produite ; et, en effet, le groupement des particules, quel qu'il soit, que nous appelons *coagulation*, doit empêcher la lumière d'atteindre leurs facettes cristallines et arrêter les réflexions, tandis que les incidences et les réflexions s'opèrent en toute liberté quand les particules flottent isolées dans l'eau. Or, dans

la nature, les argiles sont généralement à l'état coagulé ; délayées dans l'eau pure, elles refusent de rester en suspension et ne tardent pas à former des flocons qui tombent au fond des vases. Il faut les faire passer par les traitements que j'ai indiqués et qu'on n'avait eu aucune raison d'essayer jusqu'à présent, pour détruire la coagulation, et produire du même coup la suspension de l'argile colloïdale et le miroitement de l'argile cristallisée.

» Les deux sortes d'argiles sont ordinairement mêlées dans les sols et les dépôts argileux, dans les proportions les plus diverses. L'argile de Vanvres, par exemple, est presque uniquement composée d'argile colloïdale; après le dépôt de sable, elle n'abandonne plus rien. Il en est d'autres où l'argile cristalline domine si bien, qu'après un long repos l'eau devient presque limpide.

» Il est clair que de pareilles différences tenant à l'état physique et non à la composition chimique, l'analyse élémentaire n'a pu rien apprendre sur les propriétés recherchées par l'industrie. Une analyse immédiate, faisant connaître les proportions des deux argiles, serait bien plus profitable; on obtiendra des résultats suffisamment approchés pour la pratique, en abandonnant à un repos prolongé les argiles traitées comme je l'ai dit pour la mise en suspension.

» Si maintenant on introduit les notions ci-dessus résumées dans l'étude des terres arables, on jugera que la détermination de l'argile, telle que je l'ai enseignée récemment, ne peut plus suffire. Il faut que l'analyse, poussée plus loin, dose les deux sortes d'argile, et surtout l'argile colloïdale, à cause de ses importantes fonctions dans les sols; l'autre n'est, à tout prendre, qu'un sable d'une extrême finesse. Je ne vois encore d'autre moyen de séparation que le repos que je viens de proposer pour les argiles industrielles.

» Dans l'espoir de découvrir la composition des argiles cristallines et colloïdales, j'ai analysé un certain nombre de produits extraits des terres arables, déposés au sein de liqueurs argileuses ou demeurés longtemps en suspension. Je ne suis arrivé à constater, chez les uns et les autres, qu'une proportion de potasse très-supérieure à celle qu'on trouve dans les kaolins et les autres argiles. J'ai compris alors que je commençais mal mes recherches en considérant d'abord le cas le plus complexe; en effet, les argiles *rurales* ont été exposées, depuis des milliers d'années, à diverses causes d'altération : l'action continue des dissolutions de bicarbonate de chaux, des sels alcalins des engrais; le contact des poils radiculaires des végétaux; leur combinaison avec des matières noires de la terre arable qui y apportent la

silice, l'alumine, la chaux, l'oxyde de fer qu'elles ont la propriété de dissoudre. Changeant de voie, j'ai commencé mes recherches par l'étude du kaolin, qui passe pour l'argile la plus pure, la moins complexe ; et, sans abandonner le point de vue agricole, je les continue par l'examen d'argiles très-diverses. J'espère que ces recherches intéresseront à la fois la science pure et l'industrie.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes études sur le kaolin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité du bromoxaforme et de l'acétone pentabromée.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« En traitant le citrate de potassium en solution aqueuse par un excès de brome, M. Cahours (1) a obtenu du bromoforme et un corps cristallisé en aiguilles fusibles à 75 degrés, fournissant par l'ébullition avec la potasse concentrée du bromoforme et de l'acide oxalique. Pour rappeler cette réaction, il donna au nouveau composé le nom de *bromoxaforme,* et le représenta par la formule $C^3HBr^5O^2$.

» Quelques années après, M. Stadeler (2), en soumettant à l'action du chlorate de potassium et de l'acide chlorhydrique l'acétone, l'acide citrique, l'acide quinique et diverses autres substances, constata la production d'acétone pentachlorée C^3HCl^5O. Il y avait donc lieu de penser que le brome agissait d'une façon analogue sur l'acide citrique, et que le bromoxaforme était identique avec l'acétone pentabromée.

» M. Cahours avait lui-même supposé cette identité, et, dans l'intention de soumettre les deux corps à un examen comparatif, il avait préparé de l'acétone bromée, qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. Il se proposait de commencer l'étude de ces composés, quand parut sur ce sujet une Note de M. Cloëz, qui semblait résoudre la question (3).

» M. Cloëz considéra le bromoxaforme comme identique avec l'acétate de méthyle pentabromé et avec un corps dérivé de l'action du brome sur l'alcool méthylique qu'il avait d'abord appelé *parabromalique.*

» Les résultats signalés par M. Cloëz méritent d'être discutés. L'acide citrique, en effet, donnant de l'acétone par les agents oxydants, il est fa-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XIX, p. 488, 1847.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLII, p. 226, 1854; et *Répertoire de Chimie pure,* p. 25, 1860.

(3) *Comptes rendus,* t. LIII, p. 1120, 1861.

cile de comprendre que le brome se comporte comme un oxydant avec les solutions aqueuses de citrate de potassium, et fournisse des dérivés bromés de l'acétone. Il serait, au contraire, en dehors de toutes les analogies que l'acide citrique donnât naissance à de l'acétate de méthyle pentabromé. Enfin, la production de ce même corps par l'action du brome sur l'alcool méthylique en l'absence de l'eau serait un fait singulier et dont on se rend difficilement compte.

» M. Mulder qui, en 1864 (1), étudia l'action du brome sur l'acétone admit l'identité du bromoxaforme et de l'acétone. Il fit remarquer cependant que le bromoxaforme, au rapport de M. Cahours, donne du brome libre sous l'influence de la chaleur, tandis qu'il n'avait pas observé cette réaction avec l'acétone pentabromée. Comme il ne soumit pas les deux corps à un examen comparatif, il n'apporta aucune preuve à l'appui de son opinion, qui ne fut pas admise.

» Ayant préparé récemment les dérivés bromés de l'acide pyruvique, dans l'obtention desquels il se fait de petites quantités d'acétone pentabromée, j'ai été amené à étudier ce dernier corps et à le comparer au bromoxaforme.

» De cet examen, j'étais arrivé à conclure que ces deux corps sont identiques, lorsque parut il y a quinze jours, dans le *Journal de la Société chimique* de Berlin, un Mémoire de M. Steiner, qui confirmait la production du bromoxaforme, dans l'action du brome à 150 degrés sur l'acétate de méthyle.

» J'ai répété l'expérience en me mettant dans les conditions indiquées par M. Steiner, et je n'ai pas à modifier mes conclusions qui sont basées sur les faits suivants :

» Ni l'alcool méthylique, ni l'acétate de méthyle n'est attaqué à froid par le brome, contrairement à l'opinion de M. Cloëz, qui dit avoir obtenu du bromoxaforme, *très-facilement et en grande quantité, en versant du brome dans l'éther méthylacétique*.

» J'ai laissé un excès de brome en contact avec l'alcool méthylique et l'acétate de méthyle pendant plus d'un mois, sans qu'il y ait eu réaction et sans qu'il se soit dégagé une trace d'acide bromhydrique.

» En opérant suivant les indications de M. Steiner, chauffant à 150 degrés, pendant quelques heures, 1 molécule d'acétate de méthyle et 5 atomes de brome, distillant jusqu'à 190 degrés le produit de la réaction,

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 287, 1864.

on observe que le résidu formé d'acides bromacétiques est entièrement soluble dans l'eau et ne renferme pas de bromoxaforme.

» J'ai ensuite comparé le bromoxaforme obtenu au moyen des citrates alcalins à l'acétone pentabromée, dont j'ai eu plusieurs échantillons, l'un donné par M. Cahours, les autres que j'ai préparés au moyen d'acétone pure, en suivant les indications de M. Mulder.

» Tous deux sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'eau et l'alcool, présentant la même odeur, très-faible à froid, forte et désagréable à chaud. Par le refroidissement rapide d'une solution alcoolique saturée à l'ébullition, ils se séparent en petites aiguilles brillantes et fragiles, présentant le même aspect. Par l'évaporation très-lente d'une solution éthérée, ils forment de grands prismes terminés par un double biseau, et dont l'examen de la forme cristalline montre l'identité.

» L'un et l'autre fondent à 75 degrés et par le refroidissement se solidifient en une masse radiée. Ils distillent, quoique difficilement, avec la vapeur d'eau, en subissant une légère décomposition.

» Chauffés dans un petit tube, ils donnent tous les deux du charbon, un sublimé cristallisé et du brome libre, ainsi que l'avait observé M. Cahours.

» Avec les alcalis, potasse, soude, ammoniaque, ils donnent du bromoforme et du bromure; mais je n'ai jamais observé la production d'oxalate. La formation de ce dernier dépend probablement de la concentration de la liqueur alcaline.

» Avec l'eau de baryte, ils donnent du carbonate et du bromoforme sans oxalate.

» Enfin le dosage du brome dans le bromoxaforme et dans l'acétate pentabromé a donné des chiffres qui conduisent à la formule C^3HBr^5O, et non à celle de l'acétate de méthyle pentabromé $C^3HBr^5O^2$.

» Des faits précédents il résulte :

» 1° Que l'acétate de méthyle et l'alcool méthylique ne sont pas attaqués à froid par le brome;

» 2° Qu'à 150-170 degrés l'acétate de méthyle est transformé en bromure de méthyle et en acides bromacétiques;

» 3° Que le corps formé par l'action du brome sur les citrates alcalins est de l'acétone pentabromée;

» 4° Que les corps chlorés obtenus par Plantamour dans l'action du chlore sur l'acide citrique et les citrates sont des dérivés chlorés de l'acétone, comme l'avait dit Staëdeler, et non des dérivés de l'éther méthylacétique, comme l'a avancé M. Cloëz.

» Comment expliquer, maintenant, que ce chimiste distingué soit tombé dans une erreur répétée par M. Steiner ? Elle me semble provenir de ce que MM. Cloëz et Steiner ont eu entre les mains de l'alcool méthylique riche en acétone, et cet alcool méthylique a fourni un acétate de méthyle plus riche encore en acétone, puisque l'un et l'autre ont le même point d'ébullition.

» J'ai employé dans mes recherches de l'acétate de méthyle, dont on avait constaté la pureté par une analyse élémentaire et un dosage d'acide acétique, et de l'acétone purifiée par sa combinaison avec le bisulfite de soude.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études expérimentales sur l'influence des injections de bile sur l'organisme.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« Pour étudier les effets des injections de bile dans le sang, les auteurs se sont servis de quantités variables de bile fraîche dont la composition chimique était connue. Les injections ont été faites dans le système veineux.

» Il résulte de ces recherches un fait général, c'est que la bile introduite dans le sang ne produit jamais la coloration ictérique, mais des accidents plus ou moins graves, même mortels, lorsque la dose est suffisante ou que l'élimination par les sécrétions n'est pas très-rapide.

» *Accidents nerveux.* — Les animaux intoxiqués présentent des crises convulsives, tétaniformes, qui amènent, lorsque la dose de bile est élevée, le coma, l'insensibilité, bientôt suivis de la mort.

» *Pouls et température.* — Le nombre des pulsations cardiaques subit une légère diminution : la température s'abaisse de 1 ou 2 degrés, suivant les doses.

» *Phénomènes généraux.* — Une salivation prononcée, des vomissements de matières biliaires, des diarrhées bilieuses, quelquefois sanguinolentes, suivent toujours l'injection de la bile à haute dose.

» *Sang.* — Le sérum du sang se charge de granulations graisseuses. Le globule s'altère ; ce fait est démontré par la tendance à la diffluence et la perte d'élasticité de ces éléments. L'analyse chimique démontre du reste que le sang retiré des veines d'un animal intoxiqué contient bien moins d'oxy-

gène et plus d'acide carbonique que le sang d'un animal bien portant. Le sang des animaux malades agité avec de l'oxygène ne fixe pas ce gaz dans la même proportion que celui d'un animal sain. La proportion des corps gras augmente ainsi que celle de la cholestérine.

» *Urines.* — La quantité d'urine éliminée paraît légèrement augmentée. La proportion d'urée est considérable. L'albumine n'apparaît dans les urines que lorsque la dose de bile injectée est un peu forte.

» Les matières colorantes de la bile, celles qui traitées par l'acide azotique se manifestent par une coloration bleue, verte et rouge, n'existent que lorsque la dose de bile injectée a été considérable, mais on voit toujours, très-peu de temps après l'injection, apparaître une matière qui présente beaucoup d'analogie avec l'*indican*.

» Les urines ne deviennent de couleur sanguinolente que lorsque l'animal périt rapidement; ce ne sont pas des globules sanguins que l'on trouve dans l'urine, mais une solution d'hémoglobine. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le pied de derrière de l'*Hyænodon parisiensis. Note de M. G. VASSEUR, présentée par M. Gervais.

« Le genre Hyénodon a été primitivement établi par MM. de Laizer et de Parieu sur l'examen d'une mâchoire inférieure très-bien conservée trouvée à Cournon (Puy-de-Dôme).

» Dujardin montra ensuite que ce genre présente les caractères observés sur un fossile des gypses parisiens, que Cuvier avait regardé comme un animal intermédiaire aux Ratons et aux Coatis et en même temps ceux du Thylacyne des plâtrières indiqué par le même auteur.

» De Blainville a admis le genre Hyénodon, mais sans accepter le rapprochement proposé par Dujardin; au contraire, M. P. Gervais a apporté de nouveaux arguments en faveur de cette manière de voir lorsqu'il a pu étudier des fossiles analogues récoltés auprès d'Apt et auprès d'Alais.

» Sans réunir toutefois les Hyénodons et les Ptérodons dans un genre unique, M. P. Gervais n'a pas hésité à rapprocher ces animaux l'un de l'autre ainsi que du prétendu Thylacyne de ce célèbre anatomiste; mais il a montré en même temps que c'était avec les Monodelphes carnivores et non avec les Marsupiaux qu'il fallait les placer.

» La découverte que j'ai faite récemment dans une plâtrière de Romainville, d'une portion d'humérus, et, dans le gypse de Rosny, d'un pied de derrière, à peu de chose près complet, auprès duquel était une portion de

cubitus, vient confirmer d'une manière rigoureuse l'assertion de M. P. Gervais.

» L'humérus est, comme ceux trouvés dans l'éocène du Midi, pourvu d'une large perforation de la fosse olécranienne et d'un trou suscondyloïdien. Cet humérus appartient, sans aucun doute, à l'*Hyænodon parisiensis*. En effet, il est inférieur d'un tiers environ en dimension à celui du Ptérodon, qui est le prétendu Thylacyne de Cuvier.

» Ce pied de derrière manque malheureusement de son calcanéum, et il ne possède pas toutes ses phalanges; mais on y voit l'astragale, le scaphoïde, les trois cunéiformes, le cuboïde, les cinq métatarsiens dont trois, les premier, quatrième et cinquième, entiers, quatre phalanges, celles des premier, second, quatrième et cinquième orteils, la phalangine du second doigt et deux phalangettes ou phalanges onguéales, celles des premier et second doigts.

» C'est la pièce la plus complète que l'on ait encore trouvée pour la connaissance du pied de derrière.

» Si l'on considère la forme générale de ce pied, il est assez robuste, et sa structure n'exclut pas la possibilité que l'animal dont il provient ait eu des habitudes aquatiques, ainsi qu'on l'a déjà supposé, d'après la position reculée des arrière-narines.

» L'astragale a bien la forme de ceux d'Apt, qui ont été attribués, par M. P. Gervais, à l'Hyénodon. Le cubitus est exactement semblable à celui qu'a figuré Cuvier, et tout porte à penser qu'il s'agit bien de l'*Hyænodon parisiensis* plutôt que du *Pterodon dasyuroides* qui en est d'ailleurs très-peu différent. »

M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, des livraisons de septembre, octobre et novembre 1873 du *Bullettino di bibliographia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*. La première de ces livraisons est consacrée à une analyse, due à M. P. Mansion, de l'Ouvrage de M. Hermite, publié récemment sous le titre de *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique;* 1 vol. in-8°. Les livraisons suivantes renferment de nouvelles Notes de MM. Menabrea et Genocchi, relatives à la série de Lagrange.

M. Chasles présente aussi à l'Académie les livraisons de mars et avril 1874 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*. Ces deux livraisons renferment, indépendamment d'une revue très-étendue des pu-

blications périodiques, une analyse due à M. Darboux, de l'Ouvrage important de M. J. Booth : *A Treatise on some new geometrical Methods*... London, 1873, 2 vol. in-8°. Une Note étendue de M. Hoüel sur l'Ouvrage de M. Tait : *An elementary Treatise on Quaternions*, 1873, in-8°, et l'Ouvrage de M. Kelland : *Introduction to Quaternions, with numerous Examples*, 1873. Enfin une Note sur les équations générales de la théorie mathématique de l'élasticité, en coordonnées curvilignes, de M. Maurice Levy.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 mai 1874.

(suite.)

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1872-1873. Edinburgh, 1874; in-8°.

The pharmaceutical Journal and Transactions; february, march 1874. London, J. and A. Churchill, 1874; 2 n^os in-8°.

Journal of the chemical Society; january 1874. London, J. Van Voorst, 1874; in-8°.

Proceedings of the royal geographical Society; vol. XVIII, n°s 1, 2. London, 1874; 2 liv. in-8°.

Geological Survey of Canada. Report on the fossil plants of the Lower carboniferous and Millstone grit formations of Canada; by J.-W. Dawson. Montreal, J. Lovel, 1873; in-8°.

Osservazioni addizionali intorno alla brevita del femore di Æpyornis del prof. G.-G. Bianconi. Bologna, tip. Gamberini, 1874; in-4°.

Dimostrazione geometrica della erroneita della spiegazione risguardante il fenomeno della deviazione del piano d'oscillazione del pendulo, esposta in molti trattati di fisica. Nota di D. Tessari. Milano, tip. Bernardoni, 1874; opuscule in-8°.

Separat-abdruck aus den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben zu Berlin; *von* J.-C. Poggendorff, *Ueber verschiedene Formen des virials von* R. Clausius. Leipzig, sans date, J.-A. Barth; br. in-8°.